FIRMAS ELECTRÓNICAS

Firma Colegiado

CAÑAS MAYORDOMO MANUEL - 34027737L

Firmado digitalmente por CAÑAS MAYORDOMO MANUEL - 34027737L
Fecha: 2023.08.09 13:12:51 +02'00'

Firma Colegiado

CORRERO CABRERA DANIEL - 75917215B

Firmado digitalmente por CORRERO CABRERA DANIEL - 75917215B
Fecha: 2023.08.09 13:25:04 +02'00'

Firma Colegiado

Firma Colegio. Reconocimiento de Firma

Firma Colegio. VISADO

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales", LMT de interconexión PE y subestación elevadora 66/30 kV en los TT.MM. de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 18,49 MW
Potencia instalada eólica: 31,50 MW
Capacidad de acceso: 31,50 MW

Promotor**: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Julio 2023

Índice del proyecto

- Documento nº 1: Memoria y anejos a la memoria
  - Anejo 1: Memoria de cálculo BT
  - Anejo 2: Memoria de cálculo MT
  - Anejo 3: Configuración eléctrica
  - Anejo 4: Estudio de producción energética IFV
  - Anejo 5: Estudio de recurso eólico
  - Anejo 6: Trazado de viales
  - Anejo 7: Movimiento de tierras
  - Anejo 8: Justificación de la sección del firme
  - Anejo 9: Estudio de seguridad y salud
  - Anejo 10: Fichas técnicas de equipos principales
  - Anejo 11: Cronograma
  - Anejo 12: Estudio de gestión de residuos
  - Anejo 13: RBDA
  - Anejo 14: Plan de desmantelamiento
  - Anejo 15: Memoria de cálculo SET
  - Anejo 16: Memoria de cálculo LASMT
  - Anejo 17: Estudio de campos magnéticos
  - Anejo 18: Pre-Solicitud Tramitación Servidumbres Aeronáuticas AESA
- Documento nº 2: Planos
  - 1. Planos generales
  - 2. Planos obra civil
  - 3. Planos mecánicos
  - 4. Planos eléctricos
  - 5. Planos SET
  - 6. Planos LAMT 30 kV
- Documento nº 3: Pliego de condiciones
- Documento nº 4: Presupuesto

Características principales

Elemento	Parámetro	Unidad	
Módulo FV	Fabricante y modelo	-	Jinko JKM580M-7RL4-V
	Tecnología	-	Bi-facial
	Potencia	Wp	580
	Número de módulos	Qty	38.428
Estructura Soporte	Tipo	-	Seguidor Horizontal de 1 eje N-S
	Fabricante y modelo	-	PVHardware
	Configuración	-	2V
	Pendiente N-S tolerada	%	14
	Número de estructuras	Qty	739
Inversor	Tipo	-	Central
	Fabricante y modelo	-	Ingeteam - 1715TL B660
	Potencia AC a 30 ºC	kW	1.715,00
	Potencia AC a 30 ºC (limitada)	kW	1.681,00
	Potencia AC a 50 ºC	kW	1.543,00
	Número de inversores	Qty	11
Centro de Transformación	Fabricante y modelo	-	Ingeteam 3600 FSK Ingeteam 1800 FSK
	Potencia AC a 30ºC	kVA	3.586 1.793
	Número de centros de transformación	Qty	5 x Ingeteam 3600 FSK 1 x Ingeteam 1800 FSK
Aerogenerador	Fabricante y modelo	-	Nordex modelo 175/6.X
	Potencia	kVA	6.220
	Potencia limitada	kVA	4.500
	Número de aerogeneradores	Qty	7
Parámetros de Diseño	Tª de diseño	ºC	30
	Nº de módulos / string	Qty.	26
	Pitch	m	12,5
	Nº de strings	Qty	1.478
	Potencia de acceso en el Punto de conexión	MW	31,50
	Potencia Pico	MW	22,29
	Potencia Instalada fotovoltaica	MW	18,49
	Potencia parque eólico	MW	31,50
Características de la instalación	Coordenada UTM ETRS89 Huso 29	X	743.001
	Coordenada UTM ETRS89 Huso 29	Y	4.066.377
	Superficie de las parcelas catastrales	ha	59,67
	Superficie ocupada por el vallado	ha	43,80
	Longitud del vallado	m	6.019

Documento nº 1: Memoria

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales", LMT de interconexión PE y subestación elevadora 66/30 kV en los TT.MM. de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 18,49 MW
Potencia instalada eólica: 31,50 MW
Capacidad de acceso: 31,50 MW

Promotor**: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Julio 2023

ÍNDICE

MEMORIA DESCRIPTIVA 7

1. DATOS GENERALES 8

1.1. OBJETO DEL PROYECTO 8
1.2. ANTECEDENTES 8
1.3. POTENCIA INSTALADA 9
1.3.1. Capacidad de acceso en el punto de conexión 9
1.3.2. Potencia instalada 9
1.4. IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR 10
1.5. ORDEN DE ENCARGO 10
1.6. DATOS DEL PROYECTISTA 10
1.7. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 11
1.8. NORMATIVA DE APLICACIÓN 12

2. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA 16

2.1. SITUACIÓN 16
2.2. ACCESOS 18
2.2.1. Acceso al parque eólico 18
2.2.2. Accesos a la planta solar fotovoltaica 19
2.3. ESTUDIO DE AFECCIONES 21
2.3.1. Afección a Red Natura 2000 21
2.3.2. Afección a Vías Pecuarias 22
2.3.3. Afección a Montes de Utilidad Pública 24
2.3.4. Riesgo Sísmico 25
2.3.5. Afección a carreteras 26
2.3.6. Afección a líneas eléctricas 27
2.3.7. Afección a líneas férreas 28
2.3.8. Afección a la red hidrográfica 29
2.3.9. Afección urbanística 34

3. FUNCIONAMIENTO PARQUE SOLAR 36

4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN SOLAR 36

4.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES 37
4.2. CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA 38

5. DESCRIPCIÓN DEL PARQUE EÓLICO 39

5.1. AEROGENERADORES 40
5.1.1. Ubicación 41
5.1.2. Descripción del aerogenerador 41
5.2. DESCRIPCIÓN DE LA EVACUACIÓN 42

6. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 42

6.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 42
6.2. INVERSOR FOTOVOLTAICO 44
6.3. ESTRUCTURA SOPORTE (SEGUIDORES) 46
6.4. ESTACIÓN DE POTENCIA TIPO SKID 48

6.4.1. Transformador 49
6.4.2. Celdas de media tensión 50
6.4.3. Transformación auxiliar / instalación C.A. cuadro de SSAA 51
6.4.4. UPS 51
6.4.5. Cuadro de comunicaciones/control 51

7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN (BT) PARQUE SOLAR 52

8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN (MT) PARQUE SOLAR 53

9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARQUE EÓLICO 54

9.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE EVACUACIÓN 54
9.2. CELDAS DE MEDIA TENSIÓN 54
9.3. PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS 55
9.4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN 55
9.5. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 56

10. SISTEMA DE PROTECCIONES 58

10.1. PROTECCIONES CORRIENTE CONTINUA 59
10.2. PROTECCIONES CORRIENTE ALTERNA 59
10.3. RED DE TIERRAS 60
10.4. PUESTA A TIERRA 61

11. CENTRO DE SECCIONAMIENTO 63

11.1. NORMATIVA DE APLICACIÓN 64
11.2. DESCRIPCIÓN 64
11.3. CENTRO DE HORMIGÓN PREFABRICADO 65
11.4. TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 68
11.5. CELDAS DE 30 KV 68
11.6. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 69
11.7. INTERCONEXIÓN MT 70
11.8. INTERCONEXIÓN B.T. 70
11.9. MEDIDA 70

12. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS 71

12.1. TOPOGRAFÍA 71
12.2. OBRA CIVIL PARQUE SOLAR 71
12.2.1. Cimentación seguidor solar 71
12.2.2. Preparación del terreno y movimientos de tierra 72
12.2.3. Canalizaciones 73
12.2.4. Viales internos 74
12.2.5. Vallado perimetral 75
12.2.6. Estudio geotécnico 75
12.2.7. Sistema de drenaje 75
12.3. OBRA CIVIL PARQUE EÓLICO 76
12.3.1. Accesos 78
12.3.2. Viales internos 80
12.3.3. Plataformas 84
12.3.4. Cimentaciones 86
12.3.5. Zanjas y canalizaciones 87

12.3.6. Resumen de superficies ocupadas 89
12.3.7. Restauración ambiental 90
12.4. SISTEMA DE SEGURIDAD 90
12.5. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL 91
12.5.1. Comunicaciones de fibra óptica 92
12.5.2. Estación meteorológica 92
12.5.3. Contador 93
12.5.4. Inversores 94
12.5.5. Sistema de control de planta (PPC) 94
12.6. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 96
12.7. SUMINISTRO DE EQUIPOS 96
12.8. MONTAJE MECÁNICO 97
12.8.1. Montaje de seguidores y módulos 97
12.8.2. Montaje de Estación de Potencia 97
12.9. MONTAJE ELÉCTRICO 97
12.9.1. Baja tensión (BT) 97
12.9.2. Media tensión (MT) 98

13. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE INTERCONEXIÓN PARQUE EÓLICO 100

13.1. INFORMACIÓN GENERAL 100
13.2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO 101
13.3. TRAZADO 102
13.4. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 103
13.4.1. Características del conductor 103
13.4.2. Disposición de montaje 103
13.4.3. Accesorios 104
13.4.4. Terminaciones 104
13.4.5. Empalmes 104
13.4.6. Cable de comunicación 104
13.4.7. Sistema de puesta a tierra 105
13.4.8. Derivaciones 105
13.4.9. Ensayos eléctricos después de la instalación 105
13.4.10. Canalización 106
13.4.11. Arquetas 106
13.5. DISTANCIAS REGLAMENTARIAS A AFECCIONES LSMT 106
13.5.1. Cruzamientos 106
13.5.2. Proximidades y paralelismos 109

14. SUBESTACIÓN ELEVADORA 66/30 KV 111

14.1. SITUACIÓN 111
14.2. ACCESO 112
14.3. AFECCIONES 113
14.3.1. Hidrografía 113
14.3.2. Líneas eléctricas 114
14.4. DATOS GENERALES 115
14.5. PARQUE 66 KV 117
14.5.1. Transformador de potencia 118
14.5.2. Conductores 119

14.5.3. Interruptor automático 119
14.5.4. Seccionador 120
14.5.5. Transformadores de tensión inductivos 120
14.5.6. Transformador de intensidad 121
14.5.7. Autoválvulas 66 kV 121
14.6. PARQUE 30 KV 121
14.6.1. Embarrado 122
14.6.2. Celdas de 30 kV 122
14.6.3. Reactancia de puesta a tierra 124
14.6.4. Seccionador de Reactancia de Puesta a Tierra 124
14.6.5. Autoválvulas 30 kV 124
14.7. SISTEMA DE MEDIDA 125
14.8. SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES 125
14.9. SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES 126
14.10. SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIONES 127
14.10.1. Parque 66 kV 127
14.10.2. Parque 30 kV 128
14.11. PUESTA A TIERRA 128
14.11.1. Puesta a tierra general 128
14.11.2. Puesta a tierra superior 129
14.12. SISTEMAS COMPLEMENTARIOS 129
14.12.1. Alumbrado 129
14.12.2. Sistema de seguridad 130
14.12.3. Sistema de Protección Contra Incendios 131
14.12.4. Ventilación y aire acondicionado 132
14.13. OBRA CIVIL 132
14.13.1. Acondicionamiento de la parcela 132
14.13.2. Cimentaciones 132
14.13.3. Canalizaciones del parque 133
14.13.4. Acabado superficial 134
14.13.5. Cerramiento perimetral 134
14.13.6. Drenaje de aguas pluviales 134

15. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN 135

15.1. INFORMACIÓN GENERAL 135
15.2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO 136

16. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN EN 30 KV 138

16.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES 138
16.2. TRAZADO SUBTERRÁNEO 139
16.3. AFECCIONES 139
16.3.1. Hidrología 140
16.4. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR 141
16.5. SISTEMA DE PUESTA DE TIERRA 141
16.6. TERMINALES 142
16.7. DESCARGADORES 142
16.8. CAJAS DE CONEXIÓN 142
16.9. AUTOVÁLVULAS 143

16.10. EMPALMES 144
16.11. CÁMARAS DE EMPALMES 144
16.12. DISTANCIAS REGLAMENTARIAS A AFECCIONES LSMT 144
16.12.1. Cruzamientos *144*
16.12.2. Proximidades y paralelismos *147*
17. LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN EN 30 KV **150**
17.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES 150
17.2. AFECCIONES 151
17.2.1. Hidrología *151*
17.2.2. Líneas eléctricas *152*
17.2.3. Vías pecuarias *152*
17.3. CONDUCTOR 153
17.4. CABLE DE TIERRA TIPO OPGW 154
17.5. APOYOS 155
17.6. CIMENTACIÓN 157
17.7. AISLAMIENTO. CADENAS DE AISLADORES 159
17.8. ACCESORIOS 160
17.9. PUESTA A TIERRA 161
17.10. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 162
17.11. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS 164
17.11.1. Distancias mínimas *164*
17.11.2. Distancia entre conductores *165*
17.11.3. Distancia a partes puestas a tierra *165*
17.11.4. Distancia de los conductores al terreno, caminos, sendas y cursos de agua no navegables *165*
17.11.5. Distancias a otras líneas aéreas *166*
17.11.6. Distancias a carreteras *167*
17.11.7. Distancias a ferrocarriles sin electrificar *168*
17.11.8. Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses *168*
17.11.9. Distancias a teleféricos y cables transportadores *169*
17.11.10. Distancias a ríos y canales navegables o flotables *169*
17.11.11. Paso por zonas *170*
17.11.12. Proximidades a obra *171*
17.12. PROTECCIÓN AVIFAUNA 171
17.12.1. Medidas antielectrocución *172*
17.12.2. Medidas anticolisión *172*
17.12.3. Medidas de prevención *172*
17.12.4. Soluciones adoptadas *174*
18. RESUMEN DE PRESUPUESTO **174**

MEMORIA DESCRIPTIVA

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

1. Datos generales

1.1. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es la definición de las características de la Instalación Hibrida renovable “PE-IFV Los Morales” que consta de un parque eólico de una potencia de 31,5 MW y un parque solar de 22,29 MWp de potencia pico y 18,49 MWn de potencia instalada, la LMT de interconexión PE y la subestación elevadora 66/30 kV para la legalización ante los organismos correspondientes.

La energía generada en los aerogeneradores 6 y 7 se conectará al aerogenerador 3 mediante una línea aéreo-subterránea de media tensión en 30 kV. La energía generada en los aerogeneradores se conectará entre si mediante una línea de media tensión subterránea hasta el centro de seccionamiento. Al centro de seccionamiento también se conectará una estación de potencia del parque solar. Luego desde el centro de seccionamiento partirá una línea aéreo-subterránea de media tensión en 30 kV (Objeto de otro proyecto) que evacuará en la Subestación Elevadora de 66/30 kV Los Morales. A esta subestación también se evacuará la energía producida en el resto de las estaciones de potencia del parque solar mediante una línea subterránea de media tensión. Desde la subestación partirá una línea aérea de alta tensión en 66 kV (Objeto de otro proyecto) hasta la SET Sanlúcar de Barrameda 66 kV propiedad de Endesa Distribución y ubicada en el término municipal de Sanlúcar de Barrameda (Cádiz).

Las instalaciones se proyectan en los municipios de Sanlúcar de Barrameda, El Puerto de Santa María y Jerez de la Frontera municipios pertenecientes a la provincia de Cádiz.

La finalidad del presente documento es servir de proyecto para la realización de las gestiones necesarias ante las administraciones y los organismos correspondientes, entre otros trámites administrativos para la solicitud de la Autorización Administrativa Previa y la Autorización Administrativa de Construcción.

1.2. Antecedentes

El consumo energético en la sociedad actual crece de forma notable cada año, por lo que llegará un momento en que los recursos naturales usados actualmente se agotarán o se verán reducidos en gran medida.

Además, los sistemas de generación energética tradicionales, como son las centrales nucleares y las centrales térmicas de carbón, tienen un impacto negativo sobre el medioambiente. Por todo ello, urge la necesidad de desarrollar proyectos de generación de energía mediante fuentes renovables, en los que la generación se realiza mediante fuentes inagotables y respetuosas con el medio ambiente.

En particular, la generación mediante energía solar fotovoltaica como fuente de generación renovable, consiste en la transformación de la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica, siendo una de las fuentes más ecológicas debido al

bajo impacto ambiental que presenta. Se caracteriza por reducir la emisión de agentes contaminantes (CO2, NOx y SOx principalmente), no necesitar ningún suministro exterior, presentar un reducido mantenimiento y utilizar para su funcionamiento un recurso que es una fuente inagotable.

En este contexto, la sociedad Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U. es la promotora de la Instalación Hibrida renovable “PE-IFV Los Morales”, la LMT de interconexión PE y la subestación elevadora 66/30 kV en los términos municipales de Jerez de la Frontera, Sanlúcar de Barrameda y El Puerto de Santa María (Cádiz), cuya energía generada evacúa en la SET Sanlúcar de Barrameda 66 kV en el término municipal de Sanlúcar de Barrameda, propiedad de Endesa Distribución.

1.3. Potencia instalada

A continuación, se establecen las potencias del Proyecto tal y como establece el Real Decreto 1183/2020 y Real Decreto-Ley 23/2020.

1.3.1. Capacidad de acceso en el punto de conexión

Tal y como establece el Real Decreto-ley 23/2020 en su artículo 4, la Capacidad de acceso de la instalación conforme al permiso de acceso de conexión otorgado por Endesa Distribución es de 31,5 MW.

1.3.2. Potencia instalada

Según la disposición final tercera del Real Decreto 1183/2020, la potencia instalada se define como:

En el caso de la instalación fotovoltaica, la potencia instalada será la menor de entre las dos siguientes:

a) La suma de las potencias máximas unitarias de los módulos fotovoltaicos que configuran dicha instalación, medidas en condiciones estándar según la norma UNE correspondiente.

b) La potencia máxima del inversor o, en su caso, la suma de las potencias de los inversores que configuran dicha instalación.

En el caso de la instalación eólica:

“La potencia instalada se corresponderá con la potencia activa máxima que puede alcanzar una unidad de producción y vendrá determinada por la potencia menor de las especificadas en las placas de características de los grupos de motor, turbina o alternador instalados en serie, en su caso, cuando la instalación configurada por varios motores, turbinas o alternadores en paralelo será la menor de las sumas de las potencias de las placas de características de los motores, turbinas o alternadores que se encuentren en paralelo”.

Por lo tanto, para la Instalación Hibrida renovable "PE-IFV Los Morales" se obtienen los siguientes valores:

Número de módulos	38.428
Potencia unitaria cara delantera en STC	580
Potencia pico	**22,29 MW**
Número de inversores	11
Potencia unitaria del inversor (30ºC)	1.715,00 kW
Potencia unitaria del inversor limitada (30ºC)	1.681,00 kW
Potencia máxima de inversores	**18,49 MW**
Número de aerogeneradores	7
Potencia unitaria	4.500,00 kW
Potencia máxima aerogeneradores	**31,50 MW**

Tabla 1. Potencia instalada

Según los valores recogidos en la tabla anterior, la potencia instalada del parque solar será de 18,49 MW y la potencia instalada del parque eólico será de 31,5 MW.

1.4. Identificación del titular

El titular del proyecto es la sociedad Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U., con C.I.F.: B-90409533 y con domicilio a efectos de notificaciones en la C/ Avenida Charles Darwin, s/n, Pabellón Monorraíl, CP: 41092, Sevilla, España.

1.5. Orden de encargo

La sociedad mercantil Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U., con domicilio en C/ Avenida Charles Darwin, s/n, Pabellón Monorraíl, CP: 41092, Sevilla, España y CIF: B-90409533 encarga a Don Manuel Cañas Mayordomo en representación de Ingnova Enterprise, S.L. con domicilio a efectos de notificaciones en C/ Tomas de Aquino 14, Local en Córdoba (C.P.: 14004) y CIF: B-56006984, la elaboración del "**Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales", LMT de interconexión PE y subestación elevadora 66/30 kV en los TT.MM. de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz)**"

1.6. Datos del proyectista

El presente proyecto básico ha sido redactado por:

- Proyectista: Manuel Cañas Mayordomo
- Titulación: Ingeniero Técnico Superior
- Proyectista: Daniel Correro Cabrera
- Titulación: Ingeniero Industrial
- Empresa: Ingnova Enterprise S.L.
- Dirección: C/ Tomas de Aquino 14, Local en Córdoba (C.P.: 14004)

- CIF: B-56006984

1.7. Justificación del proyecto

Las actuaciones contempladas en el presente proyecto consisten en la construcción de una planta de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables capaz de generar 31,5 MW en el punto de conexión, una LMT de interconexión PE y una subestación elevadora 66/30 kV.

La Directiva 2018/2001 de fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables establece los objetivos mínimos en materia de energías renovables que debe alcanzar la Unión Europea, así como cada uno de sus estados miembros, estableciendo:

- Objetivo de energías renovables en el conjunto de la UE del 32% en 2030.
- Mejora del diseño y la estabilidad de los esquemas de apoyo para las energías renovables.
- Busca racionalizar y reducir los procedimientos administrativos.
- Establece un marco regulatorio claro y estable para el autoconsumo.
- Pone al ciudadano en el centro de la Unión de la Energía mediante, entre otros, la creación de la figura de la comunidad de energía renovable.
- Aumenta el nivel de ambición en los sectores del transporte y de calefacción/refrigeración.
- Mejora la sostenibilidad de la bioenergía.

Además, desde el sector eléctrico español se encuentra en fase de borrador el nuevo Plan Nacional de Energía y Clima 2021-2030, mediante el cual se pretenden cumplir los siguientes objetivos:

- 23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990.
- 42% de energías renovables sobre el consumo total de energía final.
- 39,5% de mejora de la eficiencia energética.
- En 2050, el objetivo es alcanzar la neutralidad climática con la reducción de al menos un 90% de nuestras emisiones brutas totales de GEI, en total coherencia con los objetivos de la Unión Europea. Además, alcanzar un sistema eléctrico 100% en 2050.
- La economía se electrifica con mayor intensidad gracias a las medidas introducidas. El consumo final de electricidad pasa de representar un 23% del mix de energía final en 2015 al 27% en 2030.
- En el año 2030 se prevé una potencia total instalada en el sector eléctrico de 160.837 MW, de los que 50.333 serán energía eólica, 39.181 solar fotovoltaica, 26.612 centrales de ciclo combinado de gas, 17.296 hidráulica y bombeo mixto y 7.303 solar termoeléctrica.

- Prevé añadir otros 59 GW de potencia renovable y 6 GW de almacenamiento (3,5 GW de bombeo y 2,5 GW de baterías), con una presencia equilibrada de las diferentes tecnologías renovables.
- El nivel de penetración de energías renovables en el sector de la generación eléctrica alcanzará en 2030 el 74%, desde el aproximadamente 38-40% actual.
- La generación eléctrica prevista para el año 2030 es de 346.290 GWh. Las principales contribuciones a dicha generación provendrán de las siguientes fuentes: la eólica aportará 119.520 GWh; la solar fotovoltaica 70.491; la hidráulica, 28.351; la nuclear 24.952, los ciclos combinados, 32.725.
- No será necesaria la presencia de potencia de generación de respaldo adicional de centrales de gas para cubrir los periodos de baja generación renovable.
- El sector eléctrico presentará una reducción de emisiones de un 72% entre los años 2017 y 2030.
- El sector energético será el sector de la economía que lidera la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- La inversión total requerida para la transformación del sector eléctrico (renovables y redes) sobrepasará los 150.000 millones de euros a lo largo de la década 2021-2030. Incluirá las inversiones en tecnologías renovables y en la ampliación y modernización de las redes de transporte y distribución. Esa inversión será realizada mayoritariamente por el sector privado.

Por lo tanto, las instalaciones del proyecto generan electricidad a partir de fuentes de energía que poseen la capacidad de regenerarse por sí mismas por lo que son inagotables si se utilizan de forma sostenible.

Este tipo de proyectos presentan numerosas ventajas respecto a otras instalaciones energéticas, entre las que se encuentran:

a. Disminución de la dependencia de fuentes fósiles para el abastecimiento energético, contribuyendo a la implantación de un sistema energético favorable y sostenible y a una diversificación de las fuentes primarias de energía.

b. Utilización de recursos renovables.

c. No emisión de CO2 y otros gases contaminantes a la atmósfera.

d. Baja tasa de producción de residuos y vertidos contaminantes en su fase de operación.

Según lo expuesto anteriormente, se justifica que la generación de energía eléctrica por medio de fuentes renovables es de utilidad pública e interés social.

1.8. Normativa de aplicación

El presente proyecto ejecutivo se ha elaborado teniendo en cuenta la siguiente normativa:

Normativa energética

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía.
- Real Decreto 413/2014, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuo.
- Real Decreto – Ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas (BOJA nº 98 de 18/05/2007), así como su corrección de errores (BOJA núm. 80, de 24/11/2007).
- Resolución de 26 de marzo de 2018, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se modifica la Instrucción Técnica Componentes (YTC-FV-04) de la Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas (BOJA núm, 66, de 06/04/2018).

Normativa Local

- Plan General de Ordenación Urbana de El Puerto de Santa María.
- Plan General de Ordenación Urbana de Jerez de la Frontera.
- Plan General de Ordenación Urbana de Sanlúcar de Barrameda

Instalaciones eléctricas

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus ITC-BT-01 a 52.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión aprobado por el real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas de eléctricas de alta tensión y sus instrucciones complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Ministerio de Industria y Energía. Orden de 5 de septiembre de 1985 por la que se establecen las normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000 kVA y centrales de Autogeneración eléctrica.

- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Normas y Recomendaciones de la Compañía Suministradora en general.
- Instrucciones y normas particulares de la compañía Suministradora de Energía Eléctrica.

Obra civil

- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes PG-3, con la última revisión de los artículos del pliego vigente en el momento de ejecución de la obra civil del parque.
- ORDEN FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC “Secciones de firme”, de la Instrucción de Carreteras.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural
- Real Decreto 314/2006, de 17 marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Las disposiciones, normas y reglamentos que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo referente a instalaciones eléctricas como en lo referente a obra civil.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad estructural.
- Orden de 16 de diciembre de 1991 por la que se regulan los accesos a las carreteras del estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967.
- Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 5.2-IC de drenaje Superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.1-IC de Señalización vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.3-IC de Señalización de Obras, de la Instrucción de Carreteras.
- Manual de Ejemplos de señalización de obras fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales PG-3/75.

Seguridad y salud

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre dimensiones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.
- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre “Señalizaciones de Obras” y consideraciones sobre “Limpieza y Terminación de las Obras”.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, por el que se establecen las medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.
- Real Decreto 2177/2014, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección para la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Servidumbres aeronáuticas

- Decreto 584 de 1972, de 24 de febrero, de Servidumbres Aeronáuticas
- Real Decreto 297/2013, de 26 de abril, (BOE núm., 118, de 17 de mayo de 2013), que establece el marco normativo en materia de servidumbres aeronáuticas

2. Caracterización de la Zona

2.1. Situación

La Instalación Hibrida renovable “PE-IFV Los Morales” se localiza en los términos municipales de El Puerto de Santa María, Sanlúcar de Barrameda y Jerez de la Frontera (Cádiz). El fin de la instalación es la generación de energía eléctrica e inyección a la red en el nudo de distribución SET Sanlúcar de Barrameda 66 kV.

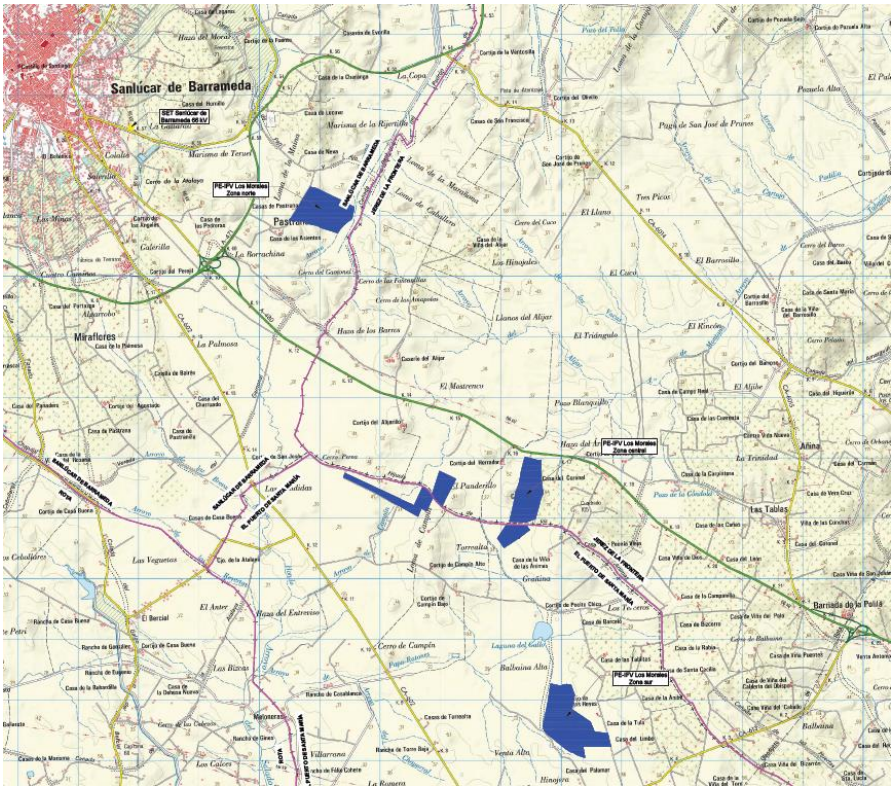


Ilustración 1. Situación

Las coordenadas del centro geométrico de la instalación es la siguiente:

Coordenadas UTM Huso 29	
X	Y
743.953	4.065.751

Tabla 2. Coordenadas del emplazamiento

Las parcelas catastrales donde se localizan las instalaciones son las siguientes:

Municipio	Polígono	Parcela	Superficie (m^2)	Referencia catastral
El Puerto de Santa María	19	11	684.055	11027A01900011
El Puerto de Santa María	4	2	115.417	11027A00400002
Jerez de la Frontera	96	90	22.451	53020A09600090
Jerez de la Frontera	96	2	406.174	53020A09600002
Jerez de la Frontera	96	9005	6.573	53020A09609005

Municipio	Polígono	Parcela	Superficie (m^2)	Referencia catastral
El Puerto de Santa María	2	20	1.026.532	11027A00200020
El Puerto de Santa María	2	9001	15.805	11027A00209001
Jerez de la Frontera	1	12	342.419	53020A00100012
Jerez de la Frontera	1	8	125.658	53020A00100008
El Puerto de Santa María	2	16	70.378	11027A00200016
Sanlúcar de Barrameda	6	143	471.093	11032A00600143
El Puerto de Santa María	2	13	79.171	11027A00200013
El Puerto de Santa María	2	17	49.823	11027A00200017

Tabla 3. Datos catastrales

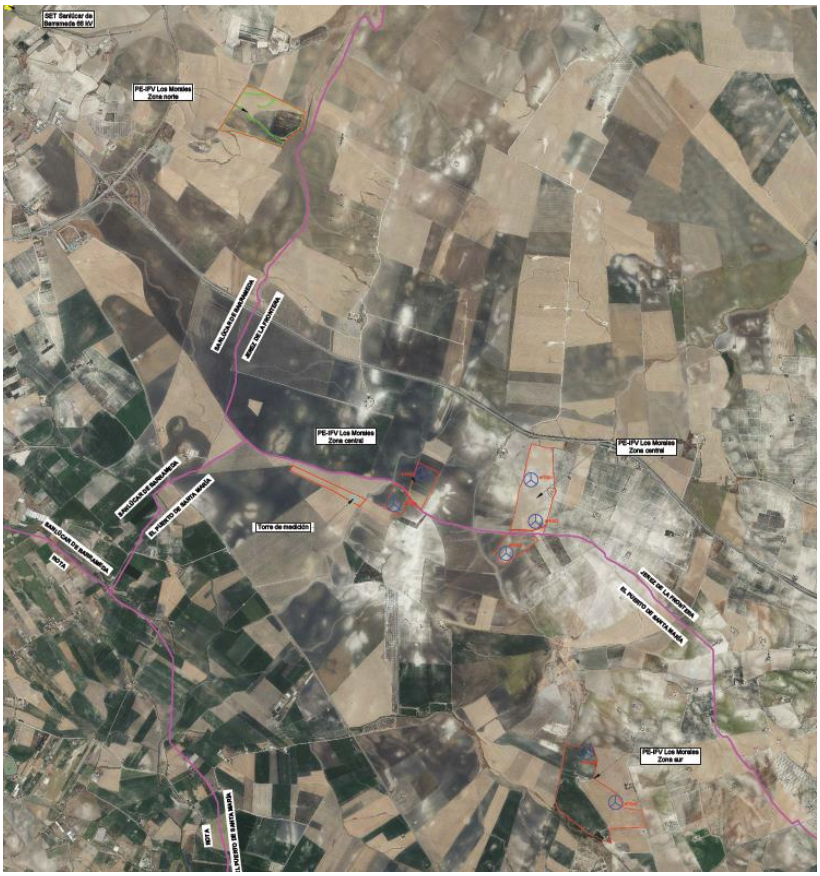


Ilustración 2.Localización

Las coordenadas del vallado perimetral son las siguientes:

Coordenadas UTM ETRS89 Huso 29	
Zona central	
X	**Y**
742.885	4.066.395
742.939	4.066.485
743.019	4.066.485
743.127	4.066.426
743.021	4.066.212
Zona norte	

Coordenadas UTM ETRS89 Huso 29	
Zona central	
X	Y
740.548	4.070.957
740.705	4.071.216
740.713	4.071.230
740.853	4.071.459
741.558	4.071.133
741.291	4.070.807
741.314	4.070.761
741.291	4.070.728

Tabla 4. Coordenadas vallado perimetral

La superficie total de la parcela de la instalación solar es 59,67 ha, cuya superficie ocupada por la instalación fotovoltaica mediante su cerramiento perimetral es de 43,80 ha con una longitud de vallado de 6.019 m.

La parcela catastral donde se localizará la torre de medición:

Municipio	Polígono	Parcela	Superficie (m2)	Referencia catastral
El Puerto de Santa María	2	13	79.171	11027A00200013

Tabla 5. Datos catastrales torre de medición

La ubicación de la torre es tal que la toma de medidas se puede considerar representativa para los futuros parques eólicos. En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de ubicación de la torre de medición del proyecto:

Coordenadas UTM Huso 29	
X	Y
742.184	4.066.326

Tabla 6. Localización torre de medición

En los Planos Nº 1.1: Situación y Nº 1.2: Emplazamiento se podrá observar con más detalle el emplazamiento de la instalación.

2.2. Accesos

2.2.1. Acceso al parque eólico

El acceso al parque eólico se realizará desde la carretera A – 2078, la cual se encuentra actualmente en buen estado de conservación, concretamente en el P.K. 6,255. Desde dicha carretera se accederá a las dos zonas del parque eólico a través de caminos públicos existentes.

Para facilitar el paso y giro de la maquinaria y camiones implicados en la obra, el entronque de dicho vial con la carretera deberá ser actualizado, dicha reforma se realizará de acuerdo a la normativa vigente.

La carretera tiene un ancho aproximado de 7 m con firme en buen estado. A continuación, se muestra una imagen de los puntos de conexión previstos de viales de acceso con la carretera A – 2078.

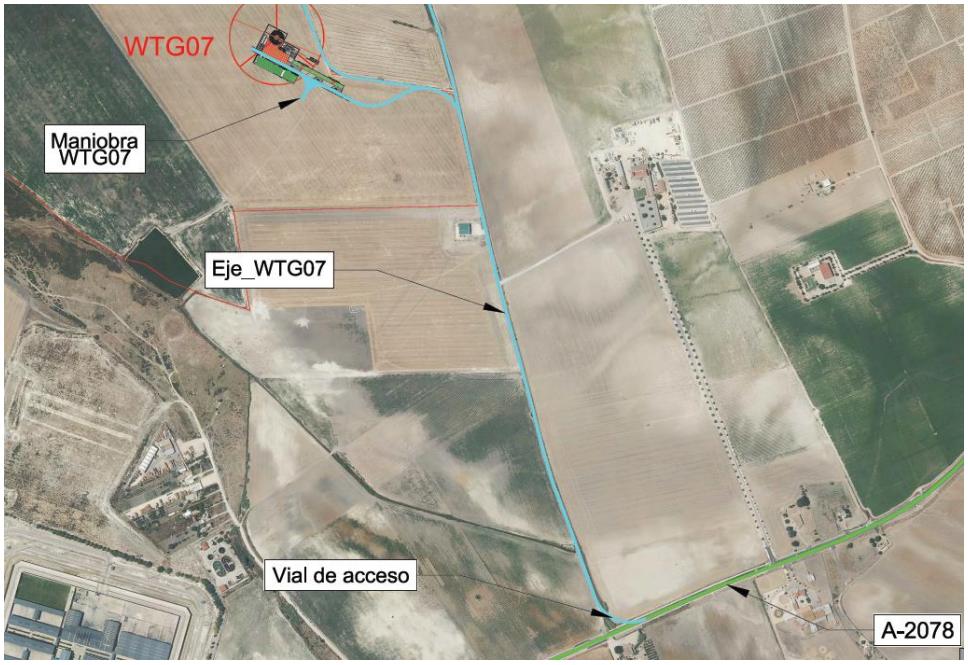


Ilustración 3. Acceso al parque eólico



Ilustración 4. Acceso al parque eólico desde la A-2078

2.2.2. Accesos a la planta solar fotovoltaica

El acceso principal a la Planta Solar se proyecta a través de caminos públicos existentes.

Las coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 29) de referencia de las puertas de acceso de la Planta Solar son las siguientes:

Acceso	X	Y
Acceso 1	742.889	4.066.376

Acceso	X	Y
Acceso 2	740.640	4.071.110
Acceso 3	740.758	4.071.303
Acceso 4	740.849	4.071.451

Tabla 7. Accesos a la planta solar

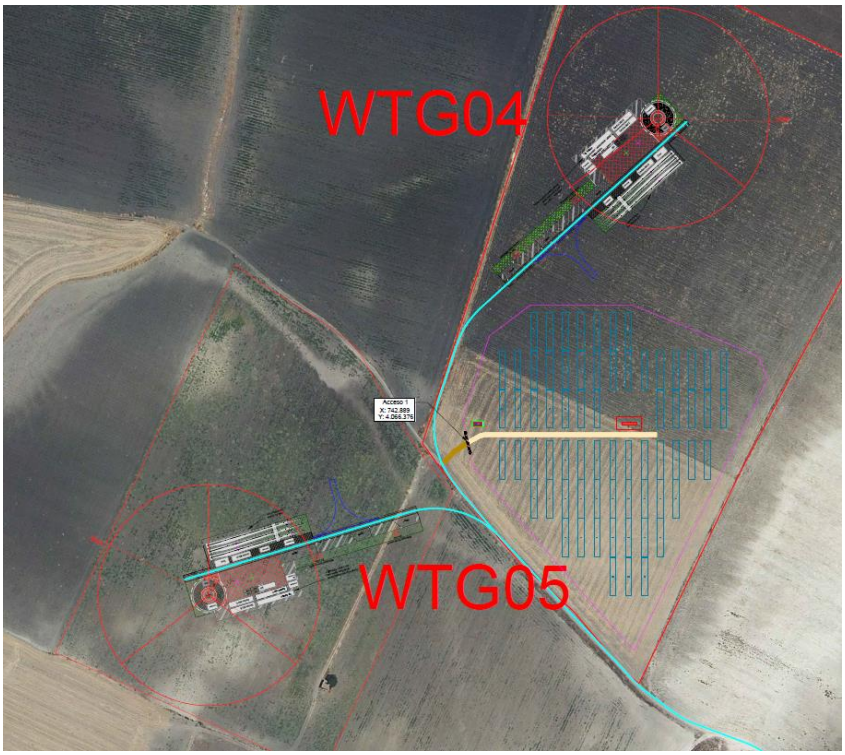


Ilustración 5. Accesos a la planta solar (1/2)

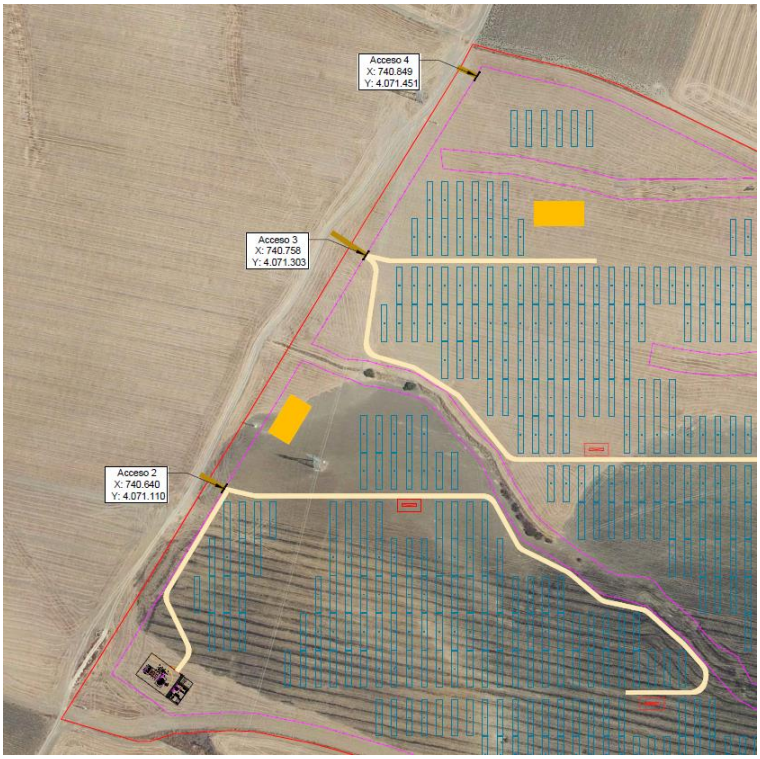


Ilustración 6. Accesos a la planta solar (2/2)

2.3. Estudio de afecciones

Los organismos competentes que pudieran verse afectados por la implantación del Proyecto son los listados a continuación:

- Ayuntamiento de Jerez de la Frontera.
- Ayuntamiento de El Puerto de Santa María.
- Ayuntamiento de Sanlúcar de Barrameda.
- Confederación hidrográfica del Guadalete-Barbate
- Confederación hidrográfica del Guadalquivir.
- Delegación territorial de Cádiz de Fomento, Articulación del Territorio y Vivienda
- Ministerio para la Transición Ecológica y el reto demográfico.
- Delegación territorial de Cádiz de Turismo, Cultura y Deporte
- Endesa Distribución
- Red Eléctrica España
- Delegación territorial de sostenibilidad medio ambiente y economía azul en Cádiz – Vías pecuarias
- AESA
- SEO Bird Life
- Ecologistas en acción

2.3.1. Afección a Red Natura 2000

Tal y como se muestra en la siguiente imagen, el emplazamiento de las instalaciones no tiene afección directa sobre zonas de la Red Natura 2000.

A más de 3,00 kilómetros al sur del emplazamiento de la zona sur se encuentra la zona LIC y ZEPA denominada Complejo Endorreico de El Puerto de Santa María, con código ES0000029.

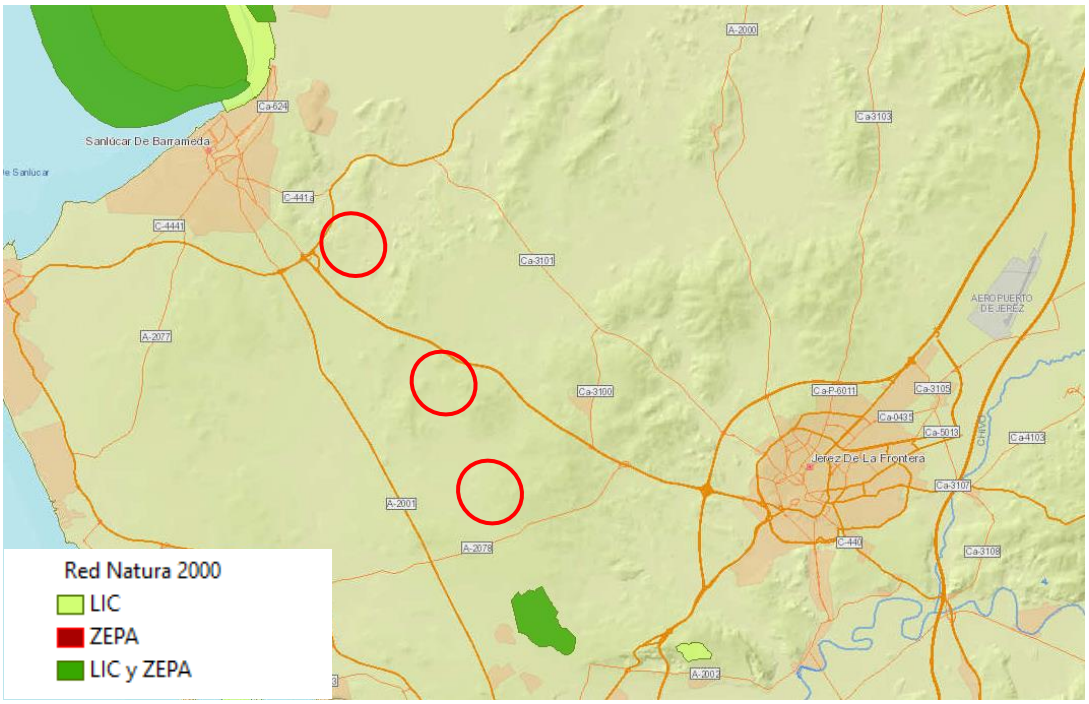


Ilustración 7. Red natura 2000

2.3.2. Afección a Vías Pecuarias

Cerca del emplazamiento de las instalaciones se localizan vías pecuarias, pero no afectaran a las instalaciones.



Ilustración 8. Vía pecuaria (1/3)



Ilustración 9. Vía Pecuaria (2/3)

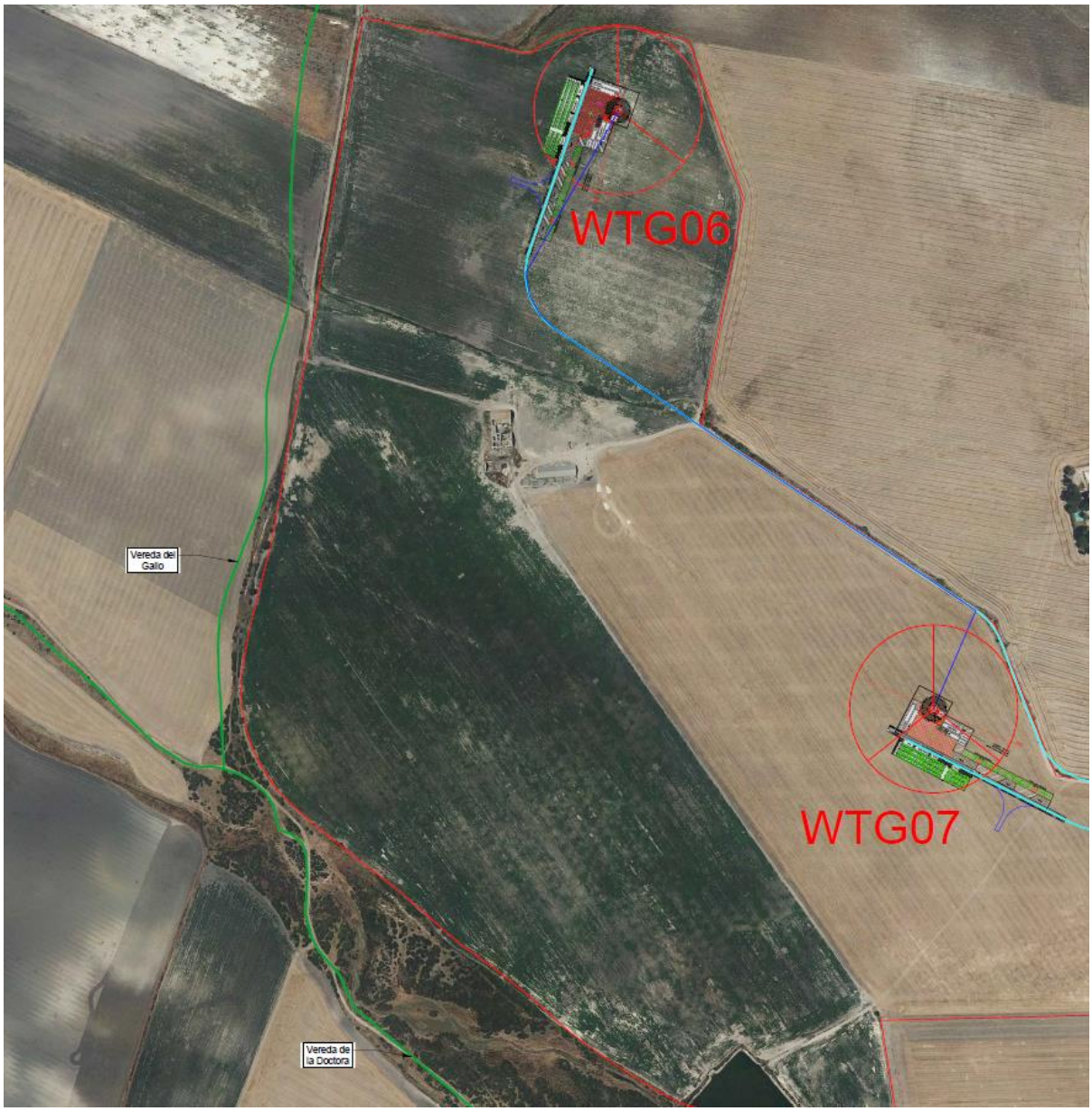


Ilustración 10. Vía pecuaria (3/3)

2.3.3. Afección a Montes de Utilidad Pública

Como se puede apreciar a continuación, no se observan ningún tipo de Montes de Utilidad Pública en las parcelas de la Planta Solar.

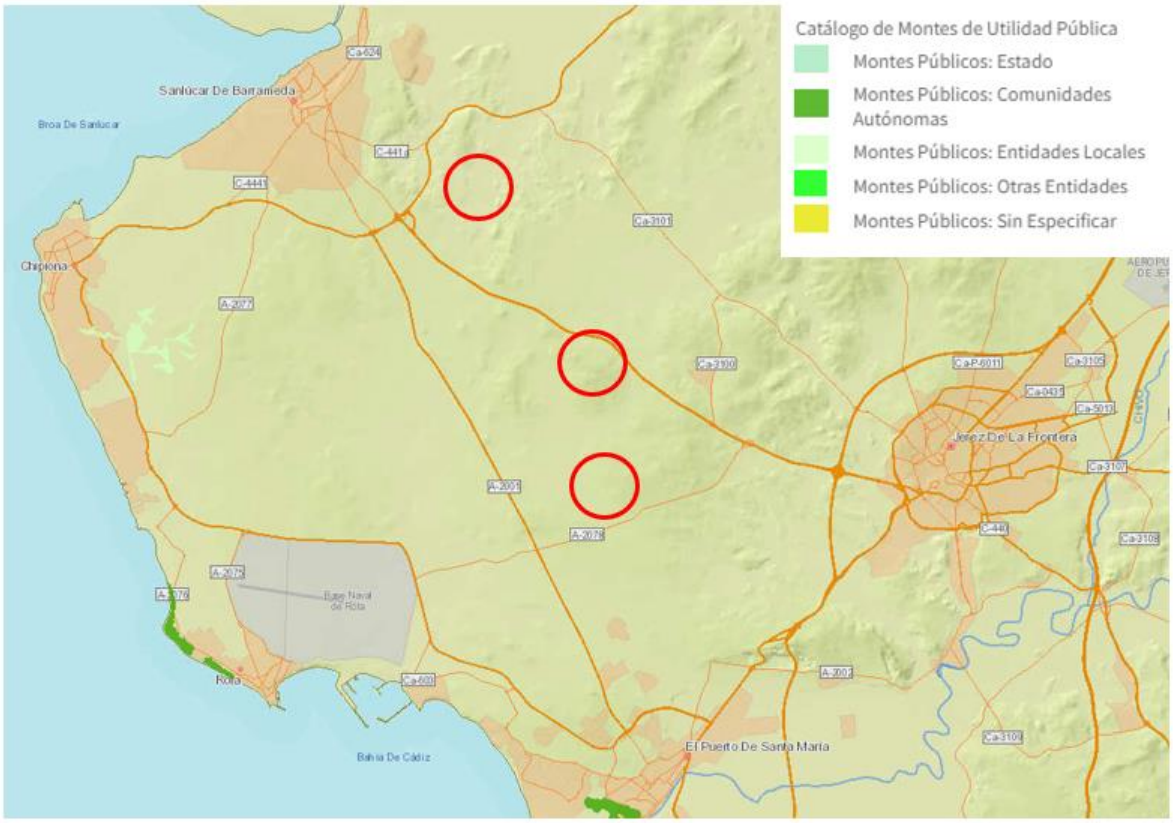


Ilustración 11. Montes de utilidad pública

2.3.4. Riesgo Sísmico

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica. Dicho mapa suministra, expresada en relación al valor de la gravedad, g, la aceleración sísmica básica, ab- un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno- y el coeficiente de contribución K, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

La figura que se muestra a continuación ilustra la evaluación de los riesgos sísmicos y volcánicos en la zona de actuación del Proyecto, que como se puede observar, están clasificados de riesgo bajo (aceleración entre 0,10g y 0,11g) y una intensidad de VI en la Escala de Mercalli.

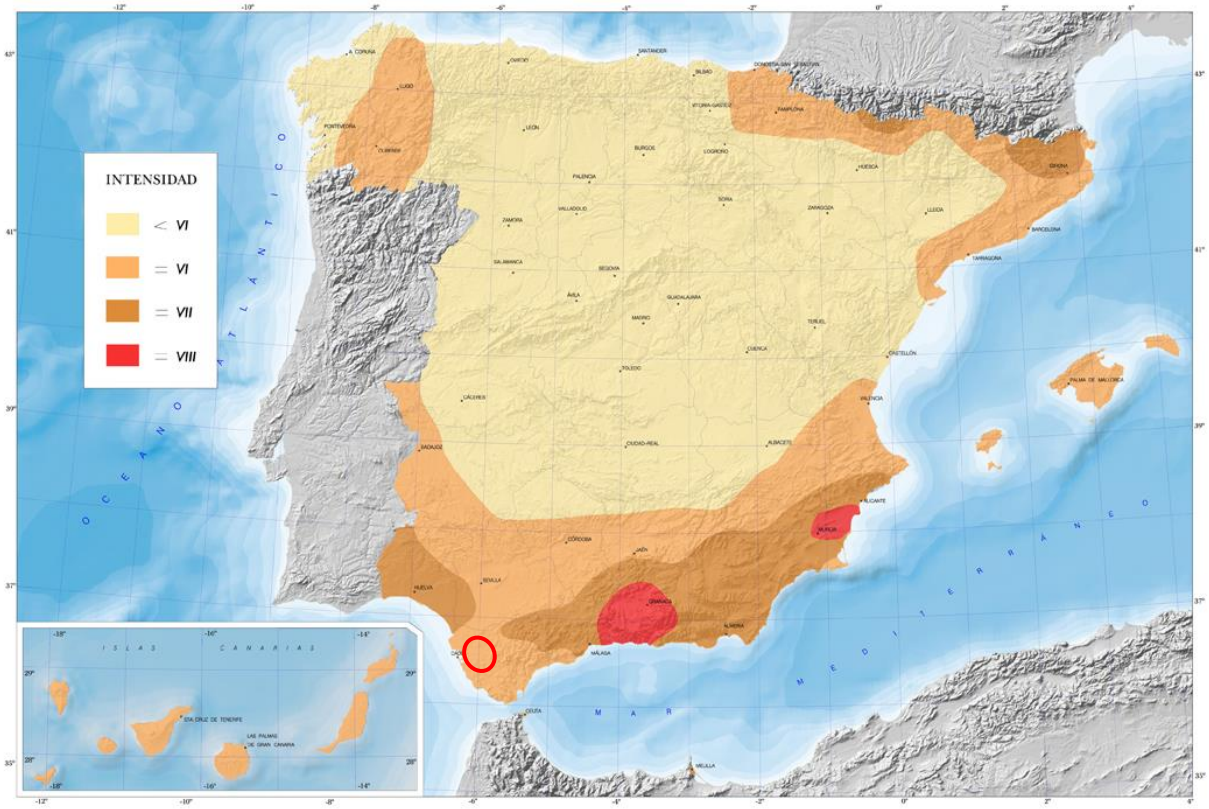


Ilustración 12. Mapa de riesgo sísmico

2.3.5. Afección a carreteras

En base al *Artículo 33. Zona de limitación a la Edificabilidad*, de la *Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras,* se establecen las siguientes distancias mínimas para carreteras nacionales:

- *"A ambos lados de las carreteras del Estado se establece la línea límite de edificación, que se sitúa a 50 metros en autopistas y autovías y a 25 metros en carreteras convencionales y carreteras multicarril, medidos horizontal y perpendicularmente a partir de la arista exterior de la calzada más próxima. La arista exterior de la calzada es el borde exterior de la parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos en general.*

  La franja de terreno comprendida entre las líneas límite de edificación establecidas en las respectivas márgenes de una vía se denomina zona de limitación a la edificabilidad. Queda prohibido en esta zona cualquier tipo de obra de construcción, reconstrucción o ampliación, incluidas las que se desarrollen en el subsuelo, o cambio de uso, a excepción de las que resultaren imprescindibles para la conservación y mantenimiento de las construcciones o instalaciones ya existentes".

No existe ninguna carreteras que se encuentre cerca de las instalaciones por lo que no tendría alguna afección sobre la misma.

2.3.6. Afección a líneas eléctricas

En la instalación del parque solar de la zona norte se localización varias líneas eléctricas las cuales a la hora de la colocación de los módulos se evitarán esas zonas.



Ilustración 13. Líneas eléctricas

De cara a la implantación de los elementos que forman la planta, tales como trackers y centros de transformación, se establece una distancia de seguridad estimada para la servidumbre de vuelo de las líneas existentes.

Según se indica en el apartado 5.12 del ITC-LAT-07, conforme a lo establecido en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados:

$$Dadd + Del = 3{,}3 + Del \text{ en metros,}$$

con un mínimo de 5 metros. Los valores de Del se indican en el apartado 5.2 en función de la tensión más elevada de la línea.

Análogamente, no se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida anteriormente.

No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella, serán las siguientes:

- Sobre puntos accesibles a las personas: 5,5 + Del metros, con un mínimo de 6 metros.
- Sobre puntos no accesibles a las personas: 3,3 + Del metros, con un mínimo de 4 metros.

Se procurará asimismo en las condiciones más desfavorables, el mantener las anteriores distancias, en proyección horizontal, entre los conductores de la línea y los edificios y construcciones inmediatos.

2.3.7. Afección a líneas férreas

De acuerdo a la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario, se establecen las siguientes restricciones:

- *Zona de Dominio Público: Comprenden la zona de dominio público los terrenos ocupados por las líneas ferroviarias que formen parte de la Red Ferroviaria de Interés General y una franja de terreno de ocho metros a cada lado de la plataforma, medida en horizontal y perpendicularmente al eje de la misma, desde la arista exterior de la explanación.*

- *Zona de Protección: La zona de protección de las líneas ferroviarias consiste en una franja de terreno a cada lado de las mismas delimitada, interiormente, por la zona de dominio público definida en el artículo anterior y, exteriormente, por dos líneas paralelas situadas a 70 metros de las aristas exteriores de la explanación.*

- *Límite de Edificación: ambos lados de las líneas ferroviarias que formen parte de la Red Ferroviaria de Interés General se establece la línea límite de edificación, desde la cual hasta la línea ferroviaria queda prohibido cualquier tipo de obra de construcción, reconstrucción o ampliación, a excepción de las que resultaren imprescindibles para la conservación y mantenimiento de las edificaciones existentes.*

  La línea límite de edificación se sitúa a cincuenta metros de la arista exterior más próxima de la plataforma, medidos horizontalmente a partir de la mencionada arista.

No existe ninguna línea férrea que se encuentre cerca de las instalaciones por lo que no tendría alguna afección sobre la misma.

2.3.8. Afección a la red hidrográfica

En la zona de actuación del Proyecto se localizan diferentes cauces pertenecientes a la "Confederación hidrográfica del Guadalete-Barbate" y a la "Confederación hidrográfica del Guadalquivir". Las instalaciones de la zonas sur y central estarían en la confederación hidrográfica del Guadalete-Barbate y la instalación solar del norte estaría en la confederación hidrográfica del Guadalquivir.

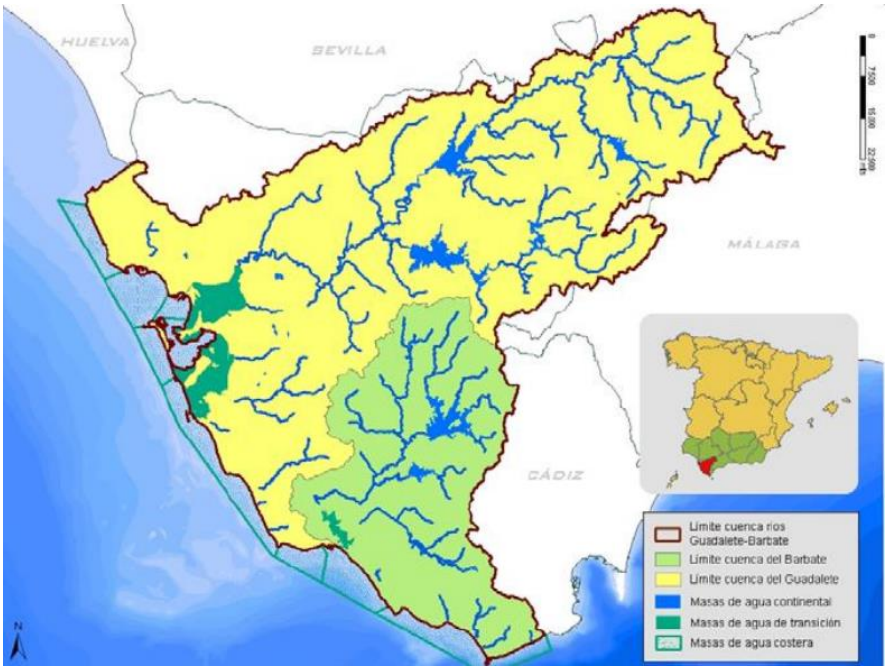


Ilustración 14. Confederación hidrográfica del Guadalete-Barbate

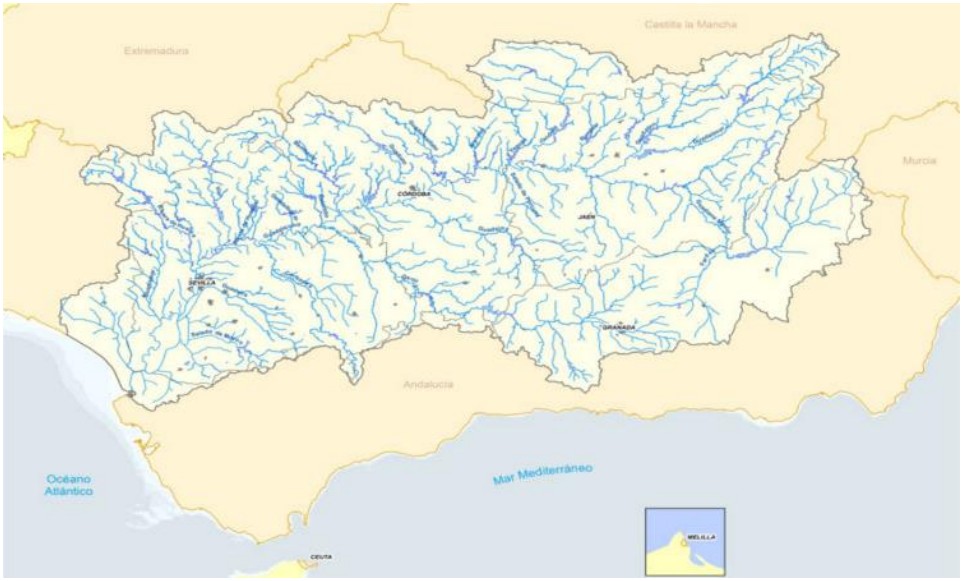


Ilustración 15. Confederación hidrográfica del Guadalquivir

Destacar que los cauces no quedan afectados por la implantación según lo establecido en la delimitación de Dominio Público, respetando la zona de servidumbre y la zona inundable.

A continuación, se muestra la hidrografía afectada en la zona de estudio.

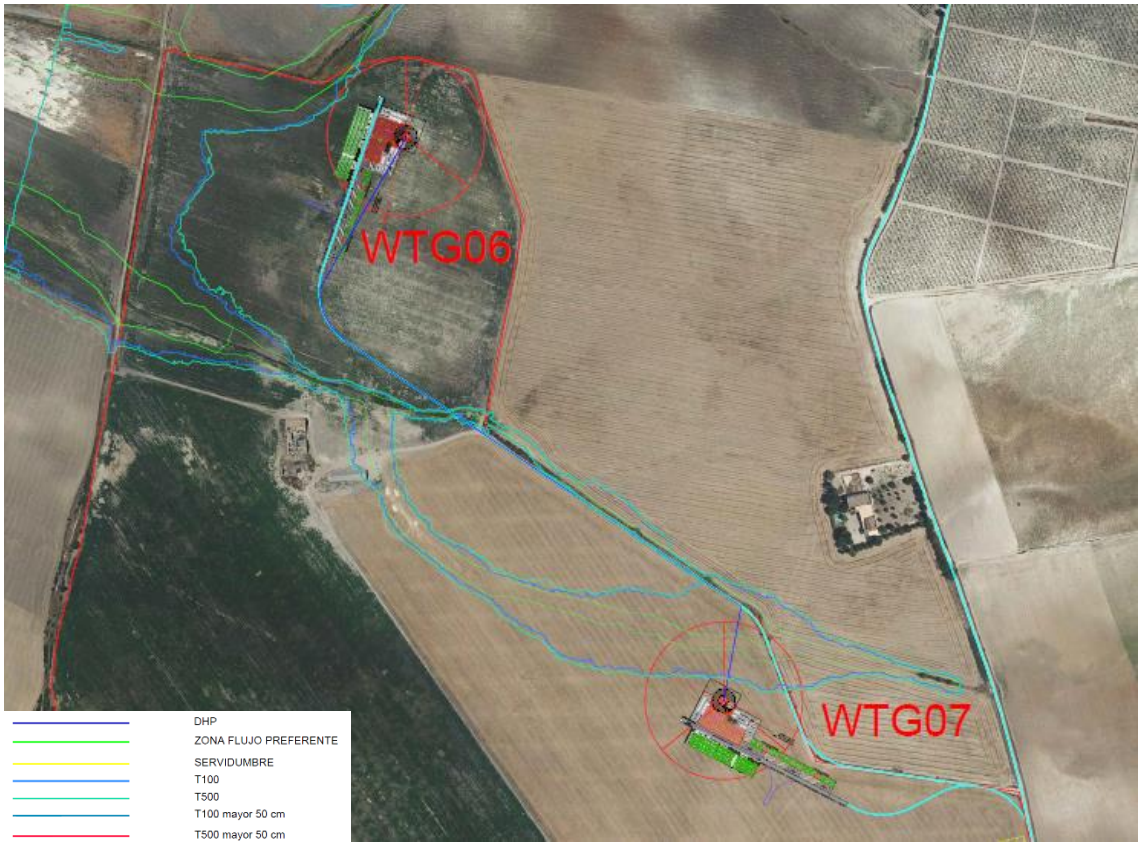


Ilustración 16. Red hidrográfica Zona Sur

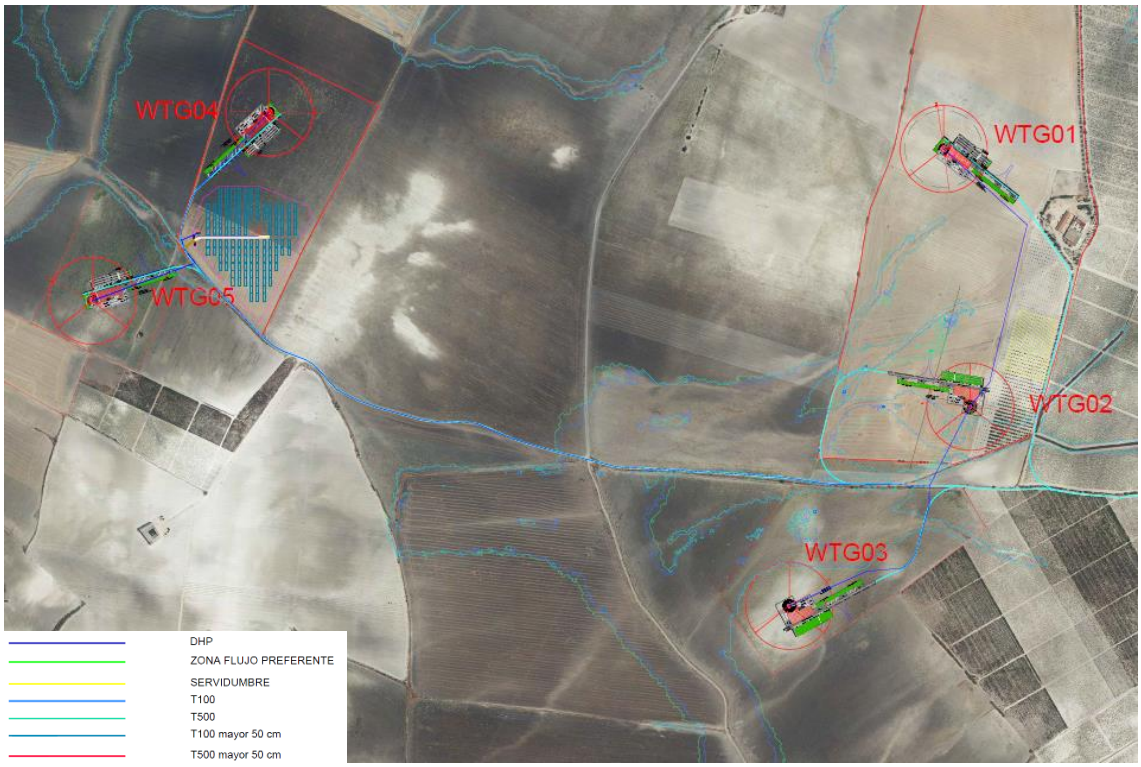


Ilustración 17. Red hidrográfica Zona Central



Ilustración 18. Red hidrográfica Zona Norte

En base a lo definido por la "Delimitación del Dominio Público Hidráulico se establecen las siguientes distancias mínimas:

- Zona de Servidumbre: corresponde a la franja de 5 m que linda con el cauce, dentro de la zona de policía, y que se reserva para usos de vigilancia, pesca y salvamento.

- Zona de Policía: es la constituida por una franja lateral de 100 m de anchura a cada lado, contados a partir de la línea que delimita el cauce, en la que se condiciona el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen. Su tamaño se puede ampliar hasta recoger la zona de flujo preferente, la cual es la zona constituida por la unión de la zona donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.

En el apartado *2.3.7.3. Afección por flujo preferente y zonas inundables* se profundiza en la Delimitación del Dominio Público Hidráulico del proyecto.

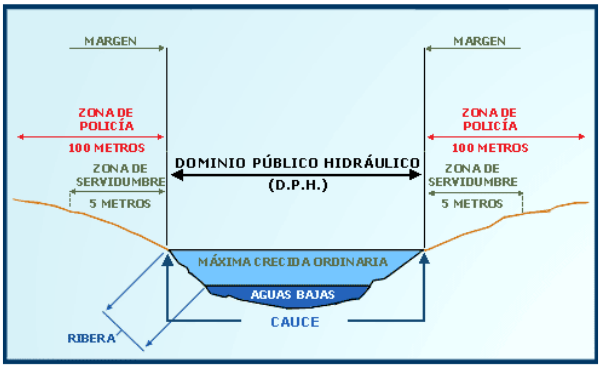


Ilustración 19. Zonificación del espacio fluvial (MITECO)

2.3.8.1. Disponibilidad de recursos hídricos

Para la limpieza de las instalaciones, así como para el mantenimiento de las placas solares se contratará una empresa autorizada que se encargará de realizar esas labores y que contará con las autorizaciones pertinentes que se presentarán debidamente en este organismo cuando se formalice la contratación.

2.3.8.2. Evacuación de aguas pluviales

En cuanto al trasvase de aguas pluviales, se realizará si fuese necesario, un sistema de evacuación de aguas que evacúe todas las pluviales hacia los drenajes naturales de las fincas. El sistema de drenaje debe estar diseñado para controlar, conducir y filtrar el agua al terreno. El drenaje de las aguas de escorrentía superficial será canalizado mediante una red de cunetas longitudinales en los viales de la instalación fotovoltaica. Estas cunetas captarán las escorrentías y las conducirán hasta los puntos bajos del trazado, donde se localizan las obras de fábrica de paso de pluviales bajo los caminos, que dan continuidad a la red de drenaje natural de la parcela. Se realizarán las acciones necesarias para evitar afecciones por las posibles aguas provenientes de fincas colindantes.

En ningún caso se trasvasarán aguas pluviales a una cuenca distinta a la aportadora. Así mismo, se respetarán los actuales puntos de desagüe a los cauces, es decir, no se trasladarán ni se crearán otros distintos que puedan provocar perjuicio a terceras aguas abajo.

No se construirán obras sobre el DPH que impidan o dificulten la continuidad longitudinal de los cauces, así como obras de protección (sobreelevaciones del terreno, muros…) frente a avenidas.

Para todas las actuaciones descritas se solicitará la autorización expresa por parte del organismo de Cuenca.

2.3.8.3. Afección por flujo preferente y zonas inundables

En el Real Decreto 849/1986, se especifica lo siguiente con respecto a las actividades en la zona de policía:

Para realizar cualquier tipo de construcción en zona de policía de cauces, se exigirá la autorización previa al organismo de cuenca, a menos que el correspondiente

Plan de Ordenación Urbana, otras figuras de ordenamiento urbanístico o planes de obras de la Administración, hubieran sido informados por el organismo de cuenca y hubieran recogido las oportunas previsiones formuladas al efecto. En todos los casos, los proyectos derivados del desarrollo del planeamiento deberán ser comunicados al organismo de cuenca para que se analicen las posibles afecciones al dominio público hidráulico y a lo dispuesto en el artículo 9, 9 bis, 9 ter, 9 quáter, 14 y 14 bis del citado Real Decreto.

El procedimiento de actuación administrativa aparece definido en los artículos 240 a 242 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

Resulta necesario, en ciertos casos, definir con claridad los límites del dominio público hidráulico y sus zonas asociadas, con objeto no sólo de proteger dicho dominio sino también de poder evitar o disminuir riesgos potenciales en áreas contiguas de propiedad privada.

En lo que respecta al presente apartado de “afección por flujo preferente y zonas inundables”, atendiendo a las limitaciones de usos aplicables a nivel estatal definidas en los artículos 9 bis, 9 ter, 9 quáter y 14 bis del Reglamento de Dominio Público Hidráulico para las instalaciones objeto del proyecto no resulta limitante las avenidas de T100 y T500, debiéndose respetar exclusivamente, para la tipología de actuación proyectada, los límites establecidos por la Zona de Servidumbre y Zona de Flujo Preferente.

En las áreas afectadas por la Zona de flujo preferente y en las Zonas de Servidumbre no se ocuparán con módulos fotovoltaicos ni instalación alguna. Asimismo, no se realizarán acopios de material ni se almacenarán residuos que puedan ser arrastrados o que puedan degradar el DPH.

2.3.8.4. Saneamiento y depuración

En la fase de explotación no se prevén vertidos de agua residuales, mientras que en la fase de construcción se instalarán baños químicos portátiles que serán gestionados por un gestor autorizado.

Para el resto de residuos y/o vertidos se llevarán a cabo las siguientes medidas preventivas y correctoras:

- El parque de maquinaria y las instalaciones auxiliares se ubicarán en una zona donde las aguas superficiales no vayan a ser afectadas. Se realizarán las labores de mantenimiento y lavado de la maquinaria en áreas específicas acondicionadas a tal efecto.
- Se protegerán los cauces de la llegada de sedimentos con el agua de escorrentía mediante la instalación de barreras de sedimentos.
- Todas las instalaciones de almacenamiento y distribución de sustancias susceptibles de contaminar el medio hídrico, como los depósitos de combustibles, deberán ir selladas y ser estancas, para evitar su filtración y contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.
- Los aceites usados y residuos peligrosos que pueda generar la maquinaria de la obra y los transformadores, se recogerán y almacenarán en recipientes

adecuados para su evacuación y tratamiento por gestor autorizado, al igual que los lodos procedentes de la balsa de sedimentación o el material de absorción de los derrames de aceites y combustibles.

- En fase de explotación, las instalaciones requieren agua para la limpieza de paneles, que no contendrán productos químicos de ningún tipo.
- En fase de explotación no se prevén vertidos de ningún tipo.

2.3.8.5. Justificación de la no alteración del flujo de avenida por la instalación

Las estructuras de placas fotovoltaicas no deben considerarse como una actividad vulnerable frente a las avenidas ni tampoco suponen una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dicha vía. Esto se justifica por:

- Carecen de cimentación que sobresalga del terreno (son hincadas directamente al suelo)
- Las hincas (pilares de la estructura) son perfiles de acero conformado en frío o laminado calidad S-275 o S-355, con un tratamiento superficial de las superficies de la estructura a base de galvanizado en caliente por inmersión.
- La altura mínima sobre el terreno de la estructura portante es de 0.5 m de forma que existe un margen para que fluya el agua libremente debajo de ellas. En las zonas donde sea necesario esta zona puede ampliarse.

Por tanto, permiten el flujo del agua por debajo de las estructuras, sin alterarlo.

2.3.9. Afección urbanística

2.3.9.1. Sanlúcar de Barrameda

La zona norte estaría localizada en el término municipal de Sanlúcar de Barrameda y según su planteamiento urbanística vigente el cual es la Adaptación Parcial del Plan General de Ordenación Urbanística de 2011 la zona seria Suelo No Urbanizable de Especial Protección Campiña.

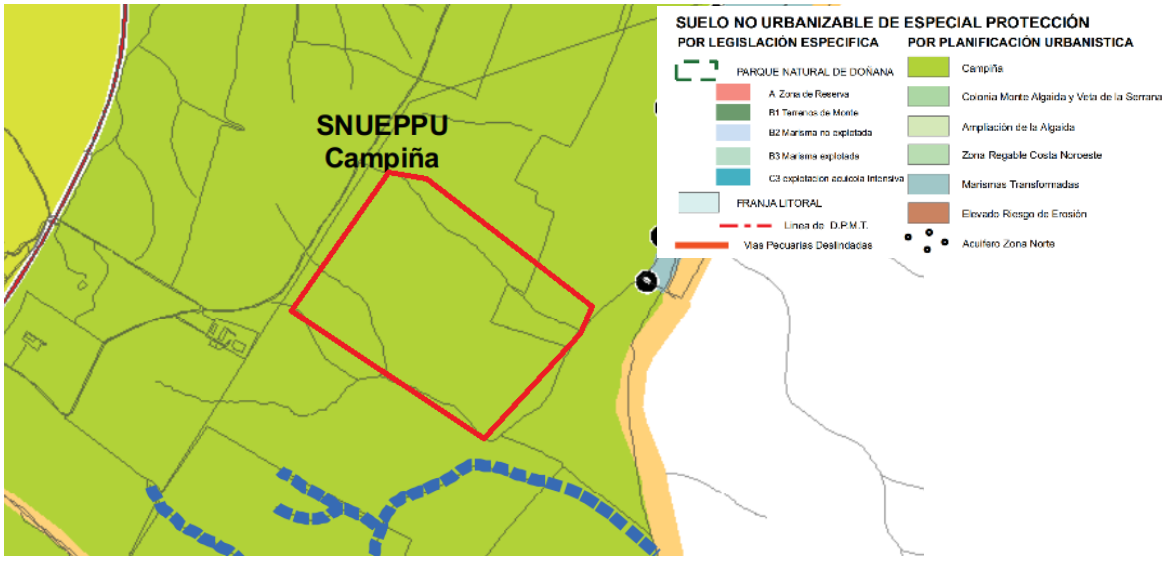


Ilustración 20. Clasificación del Suelo en PGOU Zona norte

2.3.9.2. El Puerto de Santa María

La zona sur y parte de la central estaría localizada en el término municipal de El Puerto de Santa María y según su planteamiento urbanística vigente el cual es la Adaptación Parcial del Plan General de Ordenación Urbanística de 2009 la zona seria Suelo No Urbanizable de Carácter Natural o Rural.

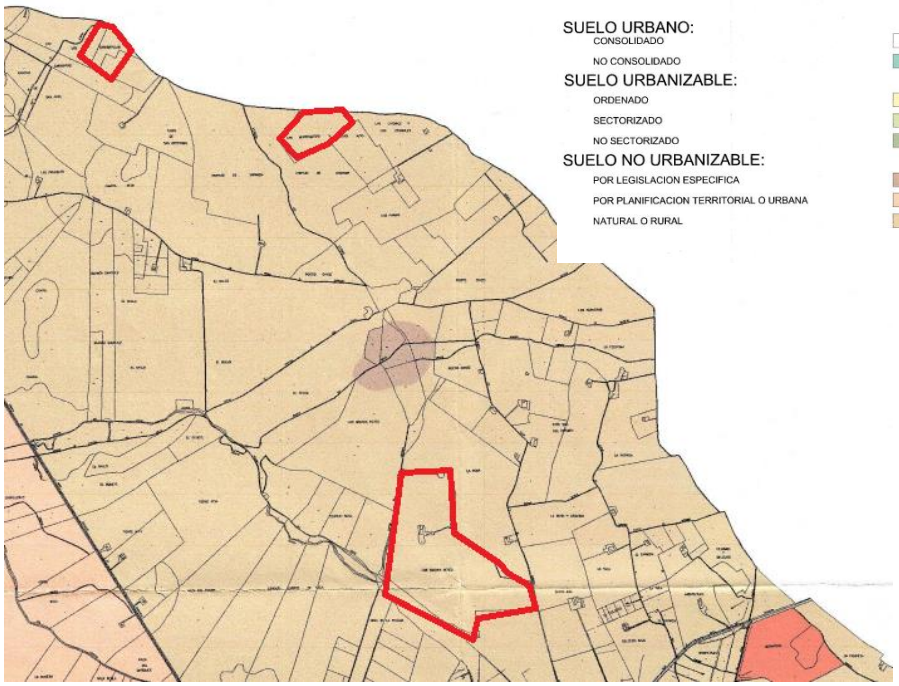


Ilustración 21. Clasificación del Suelo en PGOU Zona Sur y Central

2.3.9.3. Jerez de la Frontera

Parte de la zona central estaría localizada en el término municipal de Jerez de la Frontera y según su planteamiento urbanística vigente el cual es el Plan General de Ordenación Urbanística de 2009 Suelo No Urbanizable de Carácter Rural - Secano.

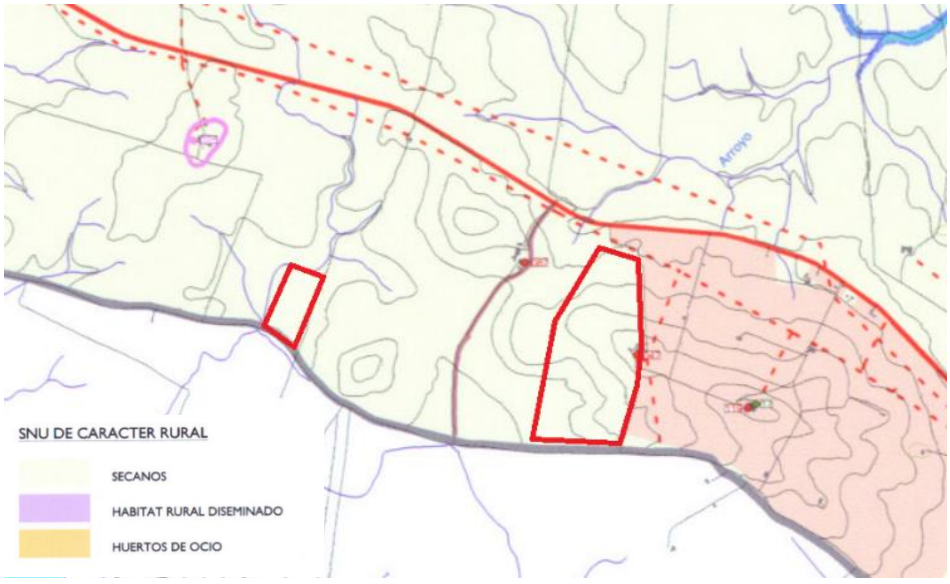


Ilustración 22. Clasificación del Suelo en PGOU Zona norte

3. Funcionamiento parque solar

Durante las horas diurnas, la planta fotovoltaica generará energía eléctrica, en una cantidad casi proporcional a la radiación solar existente en el plano del campo fotovoltaico. La energía generada por el campo fotovoltaico, en corriente continua, es inyectada en sincronía a la red a través de los inversores una vez transformada por éstos en corriente alterna. Esta energía es contabilizada y vendida a la compañía eléctrica de acuerdo con el contrato de compra-venta previamente establecida con ésta.

Durante las noches el inversor deja de inyectar energía a la red y se mantiene en estado de “stand-by” con el objetivo de minimizar el consumo de la planta. En cuanto sale el sol y la planta genera suficiente energía, la unidad de control y regulación comienza con la supervisión de la tensión y frecuencia de red, iniciando la alimentación si los valores son correctos. La operación de los inversores es totalmente automática.

El conjunto de protecciones de interconexión, que posee cada uno de los inversores, está básicamente orientado a evitar el funcionamiento en isla de la planta fotovoltaica. En caso de fallo de la red, la planta dejaría de funcionar. Esta medida es de protección tanto para los equipos como para las personas que puedan operar en la línea, sean usuarios o, eventualmente, operarios de mantenimiento de la misma.

Esta forma de generación implica que solo hay producción durante las horas de sol, no existiendo elementos de acumulación de energía eléctrica (baterías).

4. Descripción de la instalación solar

Las instalaciones fotovoltaicas de conexión a red eléctrica se componen de dos partes fundamentales, por un lado, se encuentra el generador fotovoltaico donde se recoge y se transforma la energía de la radiación solar en electricidad, mediante los módulos fotovoltaicos, y otra parte que se encarga de transformar la energía eléctrica de corriente continua a corriente alterna que se realiza en el inversor y en los transformadores, para su posterior inyección a la red.

La presente planta solar fotovoltaica está compuesta por 38.428 módulos fotovoltaicos bifaciales del modelo *JKM580N-72HL4 de 580 Wp de Jinko o similar*, que forman un campo solar de una potencia pico de 22,29 MWp. Dichos módulos estarán distribuidos en 1.478 cadenas de 26 módulos en serie cada una, las cuales se agruparán en 739 trackers con dos string.

Estos módulos fotovoltaicos transforman la radiación solar en energía eléctrica, produciendo corriente continua, por lo que para transformar la corriente continua en corriente alterna se instalan inversores fotovoltaicos. En el presente proyecto se ha previsto el uso de once (11) inversores modelo Ingecon Sun Power 1715L B660 de Ingeteam o similar, los cuales dotan a la instalación de una potencia de inversores a 30 ºC y limitada de 18,49 MVA, siendo el ratio CC/CA de 1,20.

En la zona norte, la energía generada en la estación de potencia será conducida por medio de una red de media tensión (MT) subterránea de 30 kV hasta las celdas de MT de la subestación elevadora, que se localiza en la misma parcela.

En la zona central, la energía generada por la estación de potencia será conducida mediante una red de media tensión subterránea hasta un centro de seccionamiento y desde este partirá una línea aéreo-subterránea de media tensión en 30 kV (Objeto de otro proyecto) que conducirá esta energía hasta la subestación elevadora. Posteriormente, la energía de la subestación se evacuará a través de una LAAT de 66 kV (Objeto de otro proyecto) que finalizará en la sala de celdas de MT de la SET Sanlúcar de Barrameda 66 kV.

El punto de medida principal de la energía generada por la instalación se encontrará en la subestación elevadora. La medida de la energía cumplirá con lo dispuesto en el RD1110/2007 por el que se aprueba el Reglamento unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico, referente a medida, seguridad y calidad industrial para permitir y garantizar la correcta medida de la energía eléctrica.

4.1. Características Principales

A continuación, se presentan las características principales de la planta:

Elemento	Parámetro	Unidad	
Módulo FV	Fabricante y modelo	-	Jinko JKM580M-7RL4-V
	Tecnología	-	Bi-facial
	Potencia	Wp	580
	Número de módulos	Qty	38.428
Estructura Soporte	Tipo	-	Seguidor Horizontal de 1 eje N-S
	Fabricante y modelo	-	PVHardware
	Configuración	-	2V
	Pendiente N-S tolerada	%	17
	Número de estructuras	Qty	739
Inversor	Tipo	-	Central
	Fabricante y modelo	-	Ingeteam - 1715TL B660
	Potencia AC a 30 ºC	kW	1.715,00
	Potencia AC a 30 ºC (limitada)	kW	1.681,00
	Potencia AC a 50 ºC	kW	1.543,00
	Número de inversores	Qty	11
Centro de Transformación	Fabricante y modelo	-	Ingeteam 3600 FSK Ingeteam 1800 FSK
	Potencia AC a 30ºC	kVA	3.586 1.793
	Número de centros de transformación	Qty	5 x Ingeteam 3600 FSK 1 x Ingeteam 1800 FSK

Elemento	Parámetro	Unidad	
Parámetros de Diseño	Tª de diseño	ºC	30
	Nº de módulos / string	Qty.	26
	Pitch	m	12,5
	Nº de strings	Qty	1.478
	Potencia de acceso en el Punto de conexión	MW	31,50
	Potencia Pico	MW	22,29
	Potencia Instalada solar	MW	18,49

Tabla 8. Características generales de la planta fotovoltaica

4.2. Configuración eléctrica

La Planta Solar Fotovoltaica producirá energía eléctrica a partir de la radiación solar incidente sobre los paneles fotovoltaicos colocados sobre estructuras con seguimiento al sol a un eje horizontal, lo cual favorecerá en gran medida la energía generada por la Planta. Posteriormente, gracias a los inversores fotovoltaicos, se transformará la corriente continua en corriente alterna y el transformador (ubicado en la estación de potencia) elevará la tensión de Baja Tensión (BT) a Media Tensión (MT).

La configuración eléctrica de la Instalación Fotovoltaica se resume en las siguientes tablas:

Estación de potencia	Nº strings	Potencia pico (kWp)	Nº inversores	Potencia nominal (KW)	Ratio CC/CA
EP1	136	2050,880	1	1.681,00	1,22
EP2	268	4.041,440	2	3.362,00	1,20
EP3	268	4.041,440	2	3.362,00	1,20
EP4	270	4.071,600	2	3.362,00	1,21
EP5	268	4.041,440	2	3.362,00	1,20
EP6	268	4.041,440	2	3.362,00	1,20

Tabla 9. Configuración planta fotovoltaica (1 de 2)

Estación de potencia	Inversor nº	Nº Combiner Box	Nº strings	Nº módulos	Potencia pico (kWp)
EP1	1	13	136	3.536	2050,880
EP2	2	13	134	3.484	2020,720
	3	13	134	3.484	2020,720
EP3	4	13	134	3.484	2020,720
	5	13	134	3.484	2020,720
EP4	6	13	136	3.536	2050,880
	7	13	134	3.484	2020,720
EP5	8	13	134	3.484	2020,720
	9	13	134	3.484	2020,720

Estación de potencia	Inversor nº	Nº Combiner Box	Nº strings	Nº módulos	Potencia pico (kWp)
EP6	10	13	136	3.536	2050,880
	11	13	132	3.432	1990,560
Total	**11**	**143**	**1.478**	**38.428**	**22.288,240**

Tabla 10. Configuración planta fotovoltaica (2 de 2)

5. Descripción del parque eólico

El viento produce el movimiento de las palas del aerogenerador y a través de un sistema mecánico de engranajes hacen girar al rotor. Esta energía rotacional del rotor se transforma en energía eléctrica por el generador. En el presente parque eólico, se han dispuesto siete (7) aerogeneradores de potencia limitada a 4.500 kW.

Número de aerogeneradores	Potencia Unitaria (MW)	Potencia Limitada unitaria (MW)	Potencia total (MW)
7	6,22	4,50	31,50

Tabla 11. Datos aerogeneradores

La ubicación de cada uno de los aerogeneradores en las parcelas se ha realizado en base a las direcciones predominantes del viento obtenidas durante la evaluación del recurso eólico.

Las turbinas se instalan en torres tubulares con una altura de buje de 142 m y están formadas por un rotor de 175,00 m de diámetro, equipado con tres palas que forman un ángulo de 120º entre ellas.

En el primer tramo de las torres del aerogenerador se instala un transformador que eleva la tensión de generación (950 V) a la de transporte interno de la energía generado del parque (30 kV). En la siguiente imagen se muestra la red de conexión interna de media tensión del parque eólico.

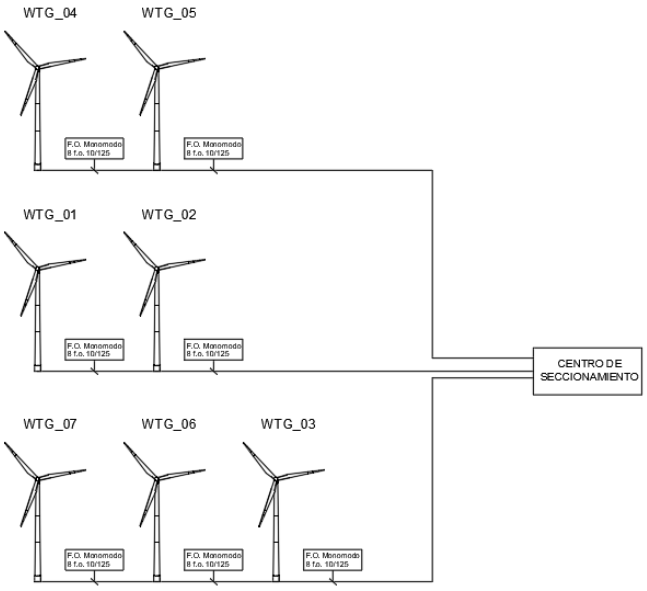


Ilustración 23. Esquema de conexión de media tensión

La energía generada en los aerogeneradores se agrupará según la imagen anterior y será conducida por medio de una red de media tensión (MT) de 30 kV hasta el centro de seccionamiento. Posteriormente desde el centro de seccionamiento partirá una línea aéreo-subterránea de media tensión en 30 kV hasta la subestación elevadora Los Morales. Posteriormente, la energía se evacuará a través de una LAAT de 66 kV que finalizará en la SET Sanlúcar de Barrameda 66 kV.

La instalación contará con elementos de protección tales como el interruptor automático de la interconexión o el interruptor general manual que permite aislar eléctricamente el parque eólico de la red de distribución eléctrica. Además, se incorporan todos los elementos requeridos para garantizar la protección de física de la persona, la calidad del suministro y no provocar averías en la red.

El punto de medida principal de la energía generada por la instalación se encontrará en la Subestación Elevadora. La medida de la energía cumplirá con lo dispuesto en el RD1110/2007 por el que se aprueba el Reglamento unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico, referente a medida, seguridad y calidad industrial para permitir y garantizar la correcta medida de la energía eléctrica.

5.1. Aerogeneradores

El aerogenerador previsto en el Parque eólico Los Morales es el modelo N175/6.X del fabricante Nordex con 175 m de diámetro de rotor y una altura de buje de 142 metros.

El Parque eólico Los Morales se instalarán siete (7) aerogeneradores de 4,50 MW de potencia limitada, hasta alcanzar la potencia instalada de 31,5 MW.

Las partes principales de un aerogenerador son:

- La góndola-carcasa que protege las partes fundamentales del aerogenerador.
- Las palas del rotor transmiten la potencia del viento hacia el buje.
- El buje que es la parte que une las palas del rotor con el eje de baja velocidad.
- Eje de baja velocidad que conecta el buje del rotor al multiplicador. Su velocidad de giro es muy lenta.
- El multiplicador, permite que el eje de alta velocidad gire mucho más rápido que el eje de baja velocidad.
- Eje de alta velocidad, gira a gran velocidad y permite el funcionamiento del generador eléctrico.
- El generador eléctrico que es una de las partes más importantes de un aerogenerador. Transforma la energía mecánica en energía eléctrica
- El controlador electrónico, es un ordenador que monitoriza las condiciones del viento y controla el mecanismo de orientación.

- La unidad de refrigeración, mecanismo que sirve para enfriar el generador eléctrico.
- La torre que es la parte del aerogenerador que soporta la góndola y el rotor.

El mecanismo de orientación está activado por el controlador electrónico, cambiando la orientación del aerogenerador según las condiciones del viento.

5.1.1. Ubicación

A continuación, se muestra una tabla con las coordenadas UTM (ETRS89 – Huso 29) de las posiciones de los aerogeneradores del parque eólico.

Aerogenerador	X	Y	Término municipal	Provincia
WTG01	744.393	4.066.559	Jerez de la Frontera	Cádiz
WTG02	744.447	4.066.043	Jerez de la Frontera	Cádiz
WTG03	744.084	4.065.644	El Puerto de Santa María	Cádiz
WTG04	743.040	4.066.633	Jerez de la Frontera	Cádiz
WTG05	742.684	4.066.255	El Puerto de Santa María	Cádiz
WTG06	745.092	4.063.165	El Puerto de Santa María	Cádiz
WTG07	745.445	4.062.539	El Puerto de Santa María	Cádiz

Tabla 12. Ubicación aerogeneradores

5.1.2. Descripción del aerogenerador

El modelo de aerogenerador N175/6.X del fabricante Nordex es una turbina tripala a barlovento con rotor de diámetro 135 m y capaz de generar hasta 6,22 MW.

La turbina y la góndola están montadas en la parte superior de una torre tubular de acero de 142 m de altura.

El aerogenerador cuenta con un sistema de orientación activo (para mantener el rotor permanente a barlovento), regulado con desvío activo de pitch con un generador de velocidad variable y convertidor electrónico.

Además, está regulado por un sistema de cambio de paso independiente de cada pala. Dicho sistema permite operar al aerogenerador a velocidad variable maximizando en todo momento la potencia producida y minimizando las cargas y el ruido.

Datos del Aerogenerador	
Potencia (MW)	6,22
Potencia limitada (MW)	4,50
Altura de buje (m)	142
Diámetro de rotor (m)	175,00
Orientación	Barlovento
Número de palas	3 – eje horizontal
Clase de diseño	IIIB
Área de barrido (m2)	24.053
Tipo de generador	Máquina de inducción doblemente alimentada de 6 polos

Tipo de trasformador	Trifásico
Potencia nominal de transformador (kVA)	7.8000
Tensión de generación (V)	950
Tensión de media tensión (kV)	30
Frecuencia (Hz)	50

Tabla 13. Datos del aerogenerador

5.2. Descripción de la evacuación

El presente proyecto sólo abarca las instalaciones propias del parque eólico y sus líneas eléctricas subterráneas de 30 kV de interconexión interna. La línea de evacuación hasta la SET Elevadora Los Morales 66/30 kV queda fuera del alcance del presente documento.

En cada aerogenerador se instala un transformador que eleva la tensión de generación (690 V) a la de transporte interno del parque (30 kV). La energía generada en el parque eólico será evacuada hasta las barras de 30 kV de la SET Elevadora Los Morales 66/30 kV mediante una línea aérea en 30 kV (objeto de otro proyecto).

En dicha subestación, mediante un transformador de 35 MVA se eleva la tensión a 66 kV para posteriormente evacuar la energía mediante una línea aérea de alta tensión en 66 kV (objeto de otro proyecto) hasta la SET Sanlúcar de Barrameda, propiedad de Endesa Distribución.

En el Documento nº 2: Planos se representa el esquema general de interconexión.

6. Componentes de la instalación fotovoltaica

6.1. Módulos fotovoltaicos

La instalación fotovoltaica se compone de 38.428 módulos fotovoltaicos bifaciales del modelo JKM580N-72HL4 de 580 Wp de Jinko o similar, que forman un campo solar de una potencia pico de 22,29 MWp. A continuación, se muestran las principales características de los módulos:

Módulos fotovoltaicos (JKM580N-72HL4)	STC	NOCT
Potencia máxima (W)	580	436
Voltaje máximo (Vmp)	42,59	39,87
Corriente máximo (Imp)	13,62	10,94
Voltaje circuito abierto (Voc)	51,47	48,89
Corriente cortocircuito (Isc)	14,37	11,60
Eficiencia STC (%)	22,45	
Temperatura operación (ºC)	-40 ºC / +85ºC	
Voltaje máximo del sistema (V)	1500 V	
Capacidad máx. de fusible serie	30 A	

Módulos fotovoltaicos (JKM580N-72HL4)	STC	NOCT
Coef. de temperatura de Pmax (%/ºC)	-0,30	
Coef. de temperatura de Voc (%/ºC)	-0,25	
Coef. de temperatura de Isc (%/ºC)	0,046	

Tabla 14. Características módulo fotovoltaico

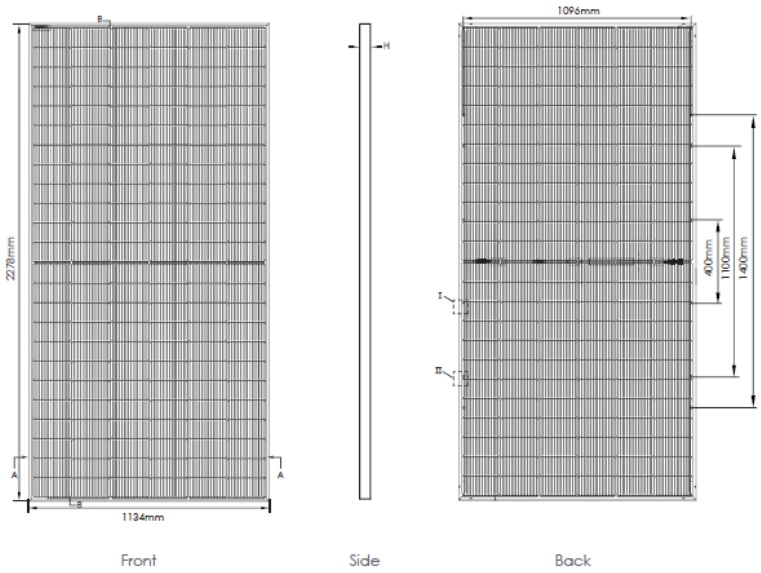


Ilustración 24. Módulo fotovoltaico

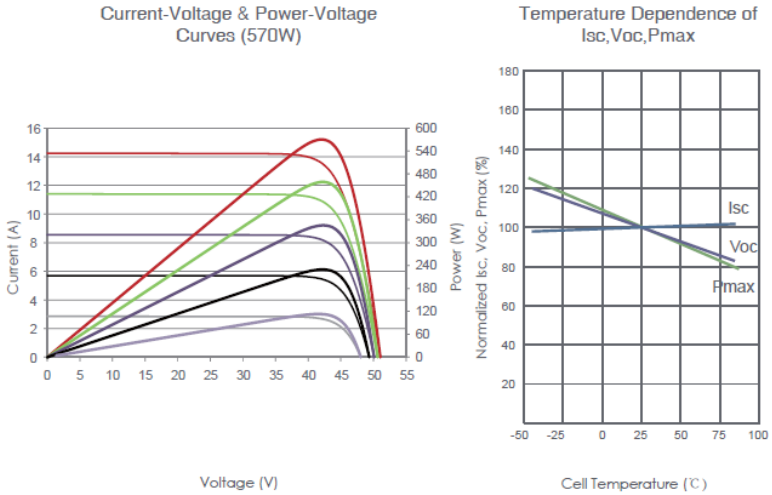


Ilustración 25. Curvas características

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, acreditándolo mediante la presentación del certificado oficial correspondiente. Además, cumplirán con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2006/95/CE), así como las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnéticas (2004/108/CE).

En el *Anejo 10: Fichas Técnicas* se recoge su ficha técnica con todas las especificaciones.

6.2. Inversor fotovoltaico

La corriente generada en los módulos fotovoltaicos es corriente continua, y tendrá que ser convertida a corriente alterna con las mismas características que la red de distribución de electricidad, para poder ser cedida a ella. Esto se consigue mediante los inversores de corriente.

Los inversores dispuestos en el proyecto son tipo central y estáticos, concretamente el modelo Ingecon Sun Power 1715L B666 de Ingeteam o similar. El número de inversores necesarios, teniendo en cuenta, la potencia de la planta y la potencia unitaria de cada inversor será de once (11) unidades a las cuales se conectarán 1.478 strings de 26 módulos en serie cada uno, dotando a la instalación de una potencia instalada de 18,49 MW.

Los inversores cumplirán con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2006/95/CE), así como las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética (2004/108/CE).



Ilustración 26. Ingecon Sun Power 1715L

De forma general, las características de inversor empleado son las siguientes:

Inversor (Ingecon Sun Power 1715L)		
Valores de entrada CC		
Tensión máxima de entrada (V)	1.500	
Rango de tensión por MPP (V)	935	1.300
Máxima Corriente CC (A)	1.870	
Valores de salida CA		
Potencia nominal a 50 ºC (kVA/kW)	1.543	
Potencia máxima a 30 ºC (kVA/kW)	1.715	
Potencia máxima a 30 ºC limitada (kVA/kW)	1.681	
Tensión nominal de salida (V)	660	
Intensidad máxima de salida (A)	1.500	

Inversor (Ingecon Sun Power 1715L)	
Frecuencia nominal de red de CA (Hz)	50/60
Distorsión armónica total máxima	< 3%
Eficiencia	
Eficiencia máxima	98,9 %
Eficiencia europea	98,5 %

Tabla 15. Características inversor fotovoltaico

El inversor cumple con lo dispuesto en los estándares EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100, así como con el P.O.12.3 de conexión a red.

Con el fin de evitar el efecto (PID), degradación inducida por potencial eléctrico de los módulos fotovoltaicos, el polo negativo CC del inversor se conectará a la red de tierras.

Los inversores de conexión a red disponen de un sistema de control que permite un funcionamiento completamente automatizado y presentan las siguientes características de funcionamiento:

- Seguimiento del punto de máxima potencia (MPP).

Debido a las especiales características de producción de energía de los módulos fotovoltaicos, estos varían su punto de máxima potencia según la irradiación y la temperatura de funcionamiento de la célula. Por este motivo el inversor debe ser capaz de hacer trabajar al campo solar en el punto de máxima potencia, y contar con un rango de tensiones de entrada bastante amplio.

- Características de la señal generada

La señal generada por el inversor está perfectamente sincronizada con la red respecto a frecuencia, tensión y fase a la que se encuentra conectado. Reducción de armónicos de señal de intensidad y tensión.

- Protecciones
  - Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia: Si la frecuencia de la red está fuera de los límites de trabajo (49Hz-51Hz), el inversor interrumpe inmediatamente su funcionamiento pues esto indicaría que la red es inestable, o procede a operar en modo isla hasta que dicha frecuencia se encuentre dentro del rango admisible.
  - Protección para la interconexión de máxima o mínima tensión: Si la tensión de red se encuentra fuera de los límites de trabajo, el inversor interrumpe su funcionamiento, hasta que dicha tensión se encuentre dentro del rango admisible, siendo el proceso de conexión-desconexión de rearme automático (artículo 11.4, artículo 11.3 y artículo 11.7 a), RD1699/2011).
  - Fallo en la red eléctrica o desconexión por la empresa distribuidora: En el caso de que se interrumpa el suministro en la red eléctrica, el inversor se

encuentra en situación de cortocircuito, en este caso, el inversor se desconecta por completo y espera a que se restablezca la tensión en la red para reiniciar de nuevo su funcionamiento (artículo 8.2 y 11.6, RD1699/2011).

- Tensión del generador fotovoltaico baja: Es la situación en la que se encuentra durante la noche, o si se desconecta el generador solar. Por tanto, el inversor no puede funcionar.
- Intensidad del generador fotovoltaico insuficiente: El inversor detecta la tensión mínima de trabajo de los generadores fotovoltaicos a partir de un valor de radiación solar muy bajo, dando así la orden de funcionamiento o parada para el valor de intensidad mínimo de funcionamiento.
- El inversor incluye interruptor automático en la salida CA.
- Los inversores estarán conectados a tierra tal y como se exige en el reglamento de baja tensión. La toma de tierra es única y común para todos los elementos.

Los inversores serán provistos del software de aplicación para la configuración de los equipos y extracción de datos, otorgando plenos derechos al administrador e incluyendo el acceso a sus parámetros funcionales.

Además, los inversores deben ir acompañados de planos de cableado, manuales de instalación, operación y mantenimiento, incluyendo lista de parámetros, valores, tolerancias de alarma / advertencia y funcionamiento, en español.

En el Anejo 10: Fichas Técnicas se recoge su ficha técnica con todas las especificaciones.

6.3. Estructura soporte (seguidores)

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre una estructura de soporte que permita un buen anclaje al terreno y proporcione la inclinación idónea de los mismos en cada momento, realizando un seguimiento solar este – oeste, con eje norte – sur.

Además de resistir con el peso de los módulos fotovoltaicos, esta estructura de soporte debe resistir las sobrecargas de viento y nieve, tal y como establece el código técnico de la edificación.

El seguidor solar consigue incrementar la productividad de los módulos con respecto a un sistema fijo, en más de un 20 %, lo que permite maximizar la instalación con el mismo número de módulos fotovoltaicos.

Cada seguidor solar cuenta con un autómata PLC independiente de los demás y programable, mediante el cual el seguidor realiza el seguimiento solar astronómico, actúa en función del clima exterior y permite una operación a distancia.

Los seguidores se conectan a una estación meteorológica que con la ayuda de autómata PLC, se orienta ante las diversas situaciones climatológicas. La programación

del autómata permite actuar al seguidor ante nieve, tormenta eléctrica, niebla, oscuridad y viento.

Estos seguidores funcionan mediante un accionamiento rotativo electromecánico irreversible con motor reductor de alta eficiencia de 155 W de potencia.

La estructura de soporte empleada permitirá las dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, tal y como establece el fabricante en sus especificaciones.

La estructura de soporte escogida para la presente instalación fotovoltaica es el modelo Monoline de la marca PVHardware o similar, y se trata de un seguidor a un eje este – oeste, con eje norte – sur.

Esta estructura de soporte se compone de dos ejes principales simétricos con respecto a una unidad de giro central, alineados en dirección norte – sur. Encima de las vigas principales se instalan los módulos fotovoltaicos. La estructura esta soportada por una serie de pilares formados por perfiles tipo HEB y C hincados 1,50 metros en el terreno.

Cada seguidor es independiente entre sí desde el punto de vista estructural, y tienen la capacidad de adaptarse a pendientes de hasta 23,5% hacia el eje norte – sur.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales, mediante galvanización en caliente, que garantice la integridad de la estructura durante la vida útil de la instalación fotovoltaica.

El dimensionamiento de los pilares irá precedido de un estudio geotécnico del terreno, que limitará la profundidad necesaria de hincado y su dimensión óptima, de forma que se aprovechen los materiales de forma óptima.



Ilustración 27. Seguidor solar 2V

Los datos técnicos del seguidor son los siguientes:

Características del seguidor	
Fabricante	PVHardware o similar
Seguimiento	Horizontal 1 eje N-S
Ángulo de seguimiento (º)	±60º
Disposición de módulos	2V

Características del seguidor	
Configuración	2Vx26
Filas por seguidor	Monofila
Pendiente admisible N-S (%)	Hasta 14 %
Pendiente admisible E-O (%)	Ilimitada
Opciones Cimentación	Hincado directo / Pre-drilling + hincado / Micropilote/ Predrilling + compactado + hincado
Algoritmo de Seguimiento	Astronómico
Back-tracking	Sí
Comunicación	Cableado RS485/RS-422/Ethernet/wifi
Garantías estándar	Estructura 10 años Componentes comerciales 2 años

Tabla 16. Datos técnicos estructura soporte

En el Anejo 10: Fichas Técnicas se recoge su ficha técnica con todas las especificaciones.

6.4. Estación de potencia tipo skid

Una vez que los inversores fotovoltaicos han transformado la energía eléctrica a corriente alterna, se dirige al transformador de potencia para elevar la tensión de la energía generada. El inversor y transformador se instalan en una estación de potencia tipo Skid. Para el presente proyecto se ha optado por la Estaciones de Potencia modelo *Ingecon Sun Powerstations* 3600 FSK y 1800 FSK del fabricante Ingeteam o similar.

En el presente proyecto se prevén os (2) inversores alojados en cada una de las estaciones de potencia 3600 FSK y un inversor alojado en la estación de potencia 1800 FSK. Por lo tanto, se necesitarán 5 estaciones de potencia 3600 FSK y una 1800 FSK para alojar a los once inversores. La estación de Potencia 3600 FSK incluye un transformador de 3.586 kVA (30ºC) y la estación de potencia 1800 FSK incluye un transformador de 1.793 kVA (30ºC). Todas las estaciones de potencia incluyen celdas de protección asociadas, y la interconexión entre todos los elementos. La Cabina de transformación se ubicará con preferencia en una posición centrada respecto al generador fotovoltaico al que está conectado, respetando las distancias necesarias para evitar sombras, y accesible a través de un camino transitable por vehículos de carga.

La estación de potencia es una plataforma compacta y resistente con todos los equipos de media tensión integrados. Incluye un transformador outdoor de media tensión, celdas de protección y desconexión, cubas de aceite y filtros. El transformador de potencia elevará la energía procedente del inversor de 660 V a 30 kV.

El centro de transformación está compuesto por tres bloques que comparten cimentación calculada en función de la carga de los equipos. Los bloques extremos agrupan al inversor con su correspondiente caja de entrada en baja tensión y el transformador de potencia asociado al inversor. En el bloque central se encuentran las celdas de media tensión, las cajas de baja tensión de servicios auxiliares y el transformador de servicios auxiliares de 10 kVA.

A continuación, se muestra una imagen de la estación de potencia y su esquema unifilar:

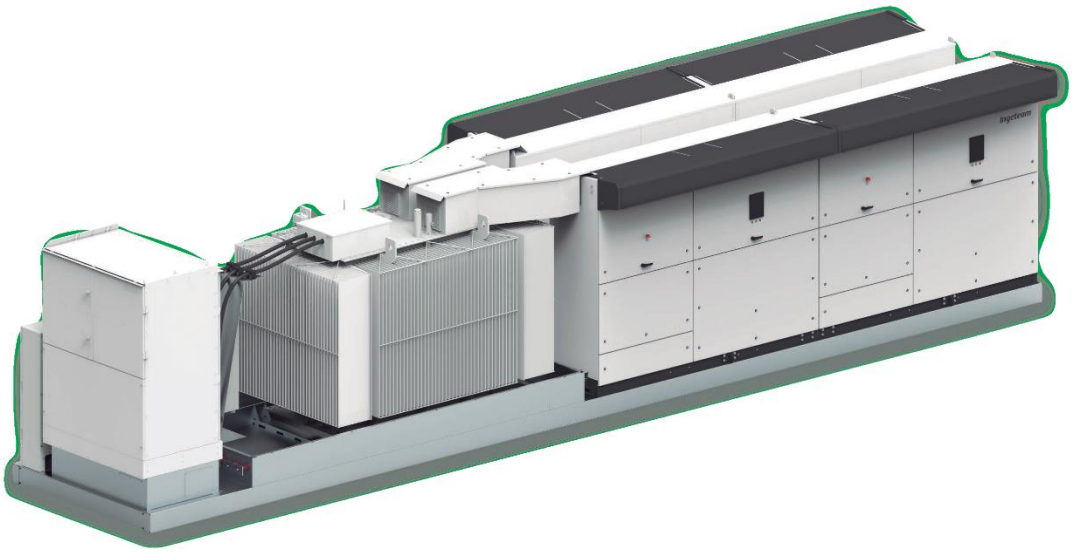


Ilustración 28. Estación de Potencia Ingecon Sun Powerstations 5400 FSK Serie B

Cada una de las cabinas de transformación tipo incluirá al menos los siguientes componentes:

- Transformador de BT/MT
- Celdas de MT
- Transformador de Servicios auxiliares
- Cuadro de servicios auxiliares
- UPS (sistema de alimentación ininterrumpida)
- Armario de comunicaciones y control
- Cuadro de conexiones AC proveniente de los inversores
- Embarrado de tierras: el suministrador debe instalar un embarrado de tierras para conectar todas las tierras de protección. Las tierras del equipo suministrado deben ser conectadas e identificadas al embarrado.
- Sistema para detección de humo
- Sistema de iluminación interna/externa
- Sistema de ventilación

6.4.1. Transformador

Los transformadores de BT / MT elevarán la tensión del inversor hasta el nivel al que se encuentre la red de MT, y tendrán las siguientes características:

- Serán herméticos y refrigerados por aceite.

- El transformador puede contar con uno o más devanados en baja tensión dependiendo de la solución propuesta.
- La potencia del transformador será al menos la misma que la suma de las potencias de los inversores que se conecten a este transformador.
- Los transformadores tendrán la suficiente rigidez para soportar los esfuerzos producidos por el transporte, instalación y operación, incluyendo sismos y cortocircuitos.
- Los transformadores serán trifásicos, con regulación en carga en el lado de MT, con refrigeración por aceite.

Se utilizarán transformadores especialmente diseñados para plantas FV, asegurando el funcionamiento en continuo para carga nominal.

6.4.2. Celdas de media tensión

Toda la aparamenta de media tensión deberá cumplir con la Norma IEC 62271 y cualquier otra norma mencionada en el apartado “Normativa” del documento.

Cada estación transformadora albergará celdas de MT que incorporarán los elementos necesarios de maniobra y protección. La instalación eléctrica de Media Tensión en las cabinas de transformación es un sistema compacto, formado por celdas modulares, completamente sellado en tanque de acero inoxidable, en el cual se disponen todas las partes activas y los elementos de interrupción.

Las celdas serán modulares con aislamiento y corte en SF6, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Se emplearán celdas de tipo modular, de forma que en caso de avería sea posible retirar únicamente la celda dañada, sin afectar al resto de las funciones. El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, con entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Cada transformador se conectará a su respectiva celda de protección que estará en un embarrado común con una celda de entrada y otra de salida, ambas seccionables. De este modo, se realizará una distribución en MT con tipología en estrella.

La planta dispondrá de una Unidad de celdas (RMU) por cada Cabina de Transformación, que incorporarán la aparamenta necesaria de maniobra y protección, para un sistema con un nivel de tensión de 15 kV y 50 Hz de frecuencia. Las partes que compondrán estas celdas serán:

- Celdas de línea, estarán provistas de un interruptor/seccionador y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y la correspondencia de fases.
- Celda de protección de transformador, estará provista de un interruptor-fusible combinado de salida y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y correspondencia de fases.

Los interruptores tendrán tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación serán accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

6.4.3. Transformación auxiliar / instalación C.A. cuadro de SSAA

Cada cabina contará con un transformador de BT / BT para los servicios auxiliares del gabinete a tensión nominal de 400V 3F + N y 5 kVA de potencia. Este transformador debe estar protegido por una caja metálica adecuadamente ventilada equipada con una protección de interruptor de entrada y salida. Este transformador alimentará a través de un cuadro de protecciones los diferentes circuitos auxiliares (iluminación, ventilación, comunicación, inversor...).

El cuadro de servicios auxiliares estará alimentado por el transformador de servicios auxiliares que colgará de la conexión en B.T. del transformador BT/MT anteriormente definido.

6.4.4. UPS

Para asegurar que en todo momento los trackers se moverán a una posición segura incluida una caída de tensión en la red se hace necesario utilizar una UPS.

6.4.5. Cuadro de comunicaciones/control

Es necesario que exista un cuadro de comunicaciones/control para recolectar todas las señales de los equipos suministrados (inversores, transformadores, celdas, reenvíos SSAA, etc.)

En el *Anejo 10: Fichas técnicas componentes* se recoge su ficha técnica con todas las especificaciones.

7. Instalación eléctrica de Baja Tensión (BT) parque solar

Se considera la Instalación Eléctrica de Baja tensión a la referente a aguas abajo del transformador de BT/MT situado en los centros de transformación de la Planta Solar.

Las instalaciones que comprenden esta parte de la instalación son las que se describen a continuación:

- Conexión entre módulos fotovoltaicos formando strings.
- Conexión entre strings y cajas de conexión.
- Conexión entre cajas de conexión y los inversores.

La instalación está diseñada para que el nivel de tensión sea hasta 1.500 V.

La evacuación de la energía generada en el campo fotovoltaico se conectará al lado de baja tensión del transformador instalado a tal efecto en la Estación de Potencia.

Se utilizarán cables unipolares con aislamiento dieléctrico seco, con las siguientes características:

Características de los cables de CC		
Tipo	H1Z2Z2-K	RHZ1-AL
Tensión DC	1,5 kV	1,5 kV
Conductor	Cobre	Aluminio
Secciones	6-10-16 mm^2	300-500 mm^2

Tabla 17. Características de los cables CC

Para el cálculo de la sección de los conductores empleados en las diferentes partes de la instalación se ha tenido en cuenta, además de lo establecido por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus ITC complementarias (REBT), los criterios de intensidad máxima admisible por el cable y la caída de tensión (1,5%), además de la adecuada protección de los cables contra sobrecargas y cortocircuitos mediante fusibles clase gPV o interruptores magnetotérmicos.

Posteriormente se ha establecido que la pérdida de potencia máxima en la parte BT de la Instalación Fotovoltaica, es decir, desde los módulos hasta los inversores, no deberá ser superior a 1,50%.

Los cables de string entre seguidores irán enterrados bajo tubo, mientras que los cables string que discurran por los seguidores irán apropiadamente atados a la estructura o bien en bandejas.

Los conductores de la instalación serán fácilmente identificables. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. El conductor neutro se identificará por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. A efectos de identificación los cables serán marcados con su designación correspondiente mediante etiquetas inertes fijadas a los cables con fijadores de plástico.

Se dispondrá una etiqueta cada 10 m en cables enterrados y cada 20 m en instalación aérea.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Siempre deberá realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación. Los conductores deberán conectarse por medio de terminales adecuados, de forma que las conexiones no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

El acoplamiento y sellado entre cables y equipos se efectuará por medio de prensaestopas. Estas serán las adecuadas en tipo y diámetro con objeto de asegurar una sujeción mecánica y estanqueidad adecuada.

Los cables serán manejados cuidadosamente para evitar erosiones y deterioro en sus aislamientos. Los radios de curvatura nunca serán menores de los recomendados por el fabricante.

8. Instalación eléctrica de Media Tensión (MT) parque solar

La instalación eléctrica de Media tensión (MT) tiene el fin de evacuar la energía generada en la instalación desde la Estación de Potencia hasta las celdas de MT situadas en el centro de seccionamiento o en la subestación elevadora según el caso.

El nivel de tensión de la red interna de MT será de 30 kV, y consistirá en tres (3) líneas subterráneas constituidas por una terna de cables unipolares que conecta la distinta Estación de Potencia con el Centro de Seccionamiento o con la subestación elevadora según el caso.

La configuración de la red interna de media tensión se resume en la siguiente tabla:

Línea MT	Desde	Hasta	S (kVA)	V (kV)
1	SKID 1	CS	1.681	30.000
2	SKID 3	SKID 2	3.362	30.000
	SKID 2	SET	6.724	30.000
3	SKID 4	SKID 5	3.362	30.000
	SKID 5	SKID 6	6.724	30.000
	SKID 6	SET	10.086	30.000

Tabla 18. Configuración de red MT

La red eléctrica de MT de la Instalación será en corriente alterna (CA) a 30 kV. El cable será Al RHZ1-OL 18/30 kV 1x300 mm^2, con aislamiento dieléctrico seco directamente enterrado, depositado en el fondo de zanjas tipo, sobre lecho de arena, a

una profundidad mínima de 0,8 m. Las zanjas se repondrán compactando el terreno de manera apropiada.

El dimensionado de la instalación será tal que la pérdida de potencia máxima en la parte de la instalación de MT no supere 2,50%.

9. Instalación eléctrica parque eólico

La instalación eléctrica del Parque Eólico consistirá fundamentalmente en el sistema eléctrico de Media tensión (MT) que tiene el fin de evacuar la energía generada en la instalación desde cada generador hasta las celdas de MT del Centro de Seccionamiento.

Además, existirán circuitos de baja tensión, esos se situarán principalmente en el interior de los propios aerogeneradores para alimentar los sistemas de servicios auxiliares, medida y control.

9.1. Descripción de la instalación eléctrica de evacuación

En cada aerogenerador se instala un transformador que eleva la tensión de generación (950 V) a la de transporte interno del parque (30 kV). La energía generada en el parque eólico será evacuada hasta el Centro de Seccionamiento y desde este hasta la SET Elevadora Los Morales 66/30 kV mediante una línea aéreo-subterránea en 30 kV (objeto de otro proyecto).

El sistema se dimensiona para una caída de tensión máxima de 2,00% y una sección máxima de conductor de aluminio con aislamiento de XLPE de 300 mm^2.

9.2. Celdas de media tensión

En los aerogeneradores se instalarán celdas compactas que permiten una operación segura y sencilla, tienen pequeñas dimensiones y poco peso, aumentan la protección frente a condiciones ambientales y accidentes, y generalmente su manipulación e instalación es rápida y sencilla.

En cada aerogenerador se dispondrán tres (3) celdas. Dos (2) celdas de línea (entrada y salida) con interruptor o seccionador en carga y una (1) celda de protección del transformador. Las características de las celdas son las siguientes:

Tensión nominal	30 kV
Tensión máxima de servicio	36 kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial, 50 Hz	70 kV
Tensión de ensayo a onda de choque tipo rayo	170 kV
Corriente admisible asignada de corta duración 3 s	25 kA
Corriente asignada en servicio continuo del embarrado	950

Corriente asignada en servicio continuo de las derivaciones	200/630
Frecuencia	50 Hz

Tabla 19. Características celdas MT

9.3. Protección contra descargas atmosféricas

Los aerogeneradores están protegidos contra la acción de rayos mediante un sistema de transmisión que, desde los receptores de pala y góndola, pasando por la carcasa, el bastidor y la torre, va hasta la cimentación. Con este sistema se evita el paso del rayo a través de componentes sensibles al mismo.

Las palas integran este sistema en su estructura interior, cuya misión es conducir el rayo desde el receptor hasta la raíz de pala donde es transmitido al aerogenerador para ser descargado a tierra.

Adicionalmente las palas van equipadas con los drenajes necesarios para evitar la retención de agua en su interior que pudiese causar desequilibrios o daños estructurales por vaporización del agua al impactar un rayo.

Como sistemas de protección adicional, el sistema eléctrico cuenta con protectores de sobretensión.

9.4. Instalación eléctrica de media tensión

El sistema eléctrico de media tensión del parque se ha proyectado a una tensión de 30 kV una frecuencia de 50 Hz. Comprende desde el transformador de los propios aerogeneradores hasta el centro de seccionamiento. Desde el centro de seccionamiento saldrá una línea de media tensión aéreo-subterránea en 30 kV hasta la SET Elevadora Los Morales 66/30 kV y desde la Set elevadora saldrá una línea aérea de alta tensión en 66 kV de evacuación hasta la SET Sanlúcar de Barrameda 66 kV (ambas objeto de otro proyecto).

En la siguiente imagen se puede observar el esquema de conexión de los distintos aerogeneradores que componen el parque eólico y su conexión con la subestación elevadora.

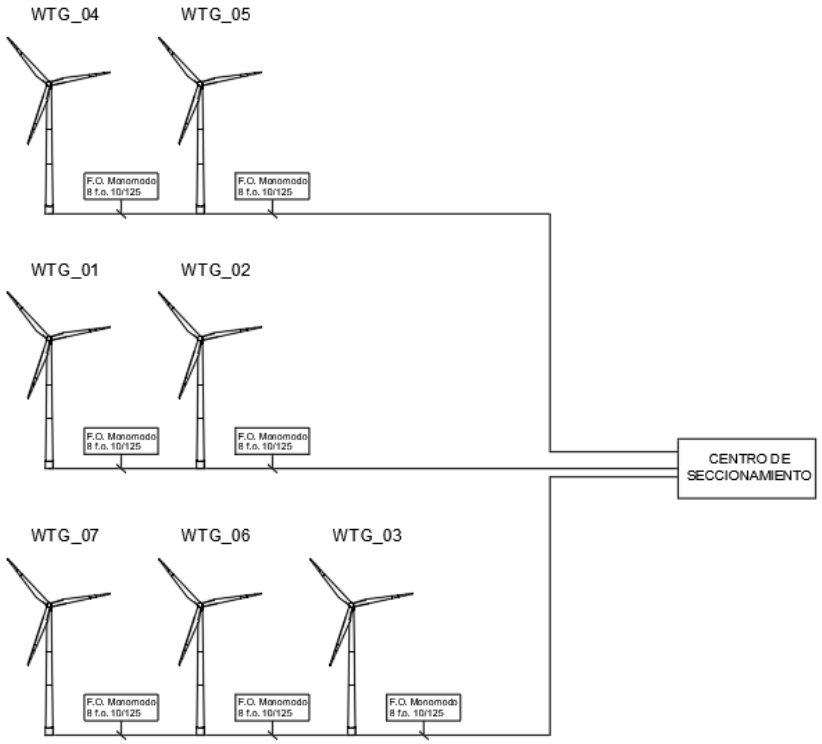


Ilustración 29. Esquema de conexión

Línea MT	Desde	Hasta	Longitud (m)	Tipo	S (kVA)	V (kV)
1	WTG-07	WTG-06	897,32	AL RHZ1-OL 18/30 kV	4.500	30
	WTG-03	CS	2.116,21	AL RHZ1-OL 18/30 kV	13.500	30
2	WTG-01	WTG-02	521,03	AL RHZ1-OL 18/30 kV	4.500	30
	WTG-02	CS	1.873,39	AL RHZ1-OL 18/30 kV	9.000	30
3	WTG-04	WTG-05	593,88	AL RHZ1-OL 18/30 kV	4.500	30
	WTG-05	CS	311,07	AL RHZ1-OL 18/30 kV	9.000	30
4	WTG-06	Apoyo 1	251,31	AL RHZ1-OL 18/30 kV	9.000	30
	Apoyo 1	Apoyo 11	2.236,33	147-AL1/34-ST1A (LA-180)	9.000	30
	Apoyo 11	WTG-03	199,45	AL RHZ1-OL 18/30 kV	9.000	30

Tabla 20. Características líneas media tensión

9.5. Sistema de puesta a tierra

Según lo establecido en el apartado 6.1 de la ITC-RAT 13, se conectarán a las tierras de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pueden estarlo como consecuencia de averías, accidentes, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas. Por este motivo, se unirán a la malla de tierra:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.

- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Las armaduras metálicas de los cables.
- Las tuberías y conductos metálicos.
- Las carcasas de transformadores
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- Pantalla de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida o protección.

A continuación, se recoge el diseño de la puesta a tierra, teniendo en cuenta que durante la ejecución se comprobará y ajustará (si procede) según los resultados de las pruebas geoeléctricas que se realizará tras el replanteo del trazado de las zanjas y ubicaciones concretas de picas y tendidos.

A su vez todas las conducciones eléctricas del sistema colector de energía cuentan con la correspondiente red de tierras, según las características de los planos tipo correspondiente.

Tanto la red de tierras del sistema colector como la de los propios aerogeneradores está conectada mediante el siguiente esquema.

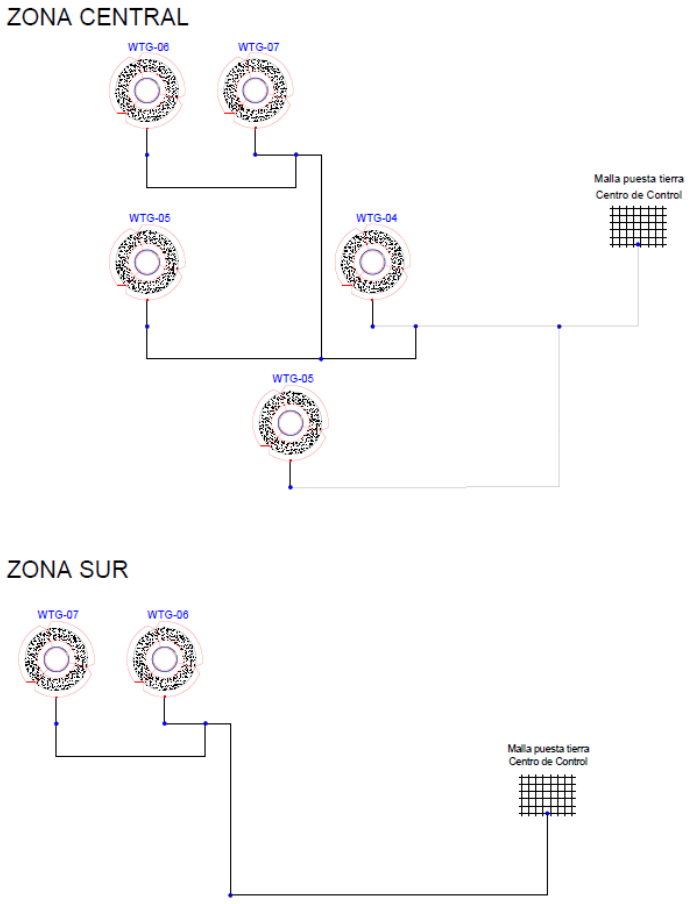


Ilustración 30. Red de puesta a tierra

La sección de conductores proyectados es de 50mm^2 para puesta a tierra de aerogeneradores y unión de aerogeneradores y subestación.

Las tensiones de paso y contacto admisibles cumplirán lo indicado en ITC RAT-13.

A la finalización de la instalación se realizarán medidas de comprobación de las tensiones de paso y contacto por parte de Organismo de Control Autorizado y se tomarán las medidas que sean necesarias en caso de que no se obtengan los valores reglamentarios.

10. Sistema de Protecciones

El sistema de protección es el conjunto de equipos necesarios para la detección y eliminación de cualquier tipo de faltas mediante el disparo selectivo de los interruptores que permiten aislar la parte del circuito de la red eléctrica donde se haya producido la falta.

El número y duración de las interrupciones en el suministro de energía eléctrica junto con el mantenimiento de la tensión y frecuencia dentro de unos límites es lo que determina la calidad del servicio. Por lo tanto, la calidad del servicio en el suministro y gran parte de la seguridad de todo el sistema dependen del sistema de protección.

Estos se instalan en todos los elementos que componen el sistema eléctrico provocando la excitación y/o alarma de un dispositivo de apertura cuando detectan una perturbación, por ejemplo, la bobina de disparo de un interruptor.

También se ocupa tanto de la protección de las personas como de las instalaciones contra los efectos de una perturbación, aislando las faltas tan pronto como sea posible, evitando el deterioro de los materiales y limitando el daño a las instalaciones y los esfuerzos térmicos, dieléctricos y mecánicos en los equipos provocados por cualquier tipo de falta.

Otro de los objetivos principales de un sistema de protección es evitar pérdidas económicas en la explotación de la instalación ya que de por sí esta representa una gran inversión y dependiendo de la importancia de esta dentro de un sistema eléctrico se pueden tener grandes pérdidas económicas tanto para los consumidores como para la empresa responsable de la explotación de la instalación. Además, también permiten preservar la estabilidad y continuidad de la red.

A continuación, se detallan los diferentes tipos de perturbaciones que se pueden presentar en una instalación eléctrica.

- Sobrecargas
- Cortocircuitos
- Sobretensiones
- Subtensiones
- Desequilibrio

- Retorno de energía

El sistema de protecciones de la planta cumplirá con lo establecido en el artículo 11 del R.D. 1699/2011, de 18 de noviembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión. De este modo, se hace una distinción entre protecciones en el lado de corriente continua y protecciones en el lado de corriente alterna.

Los dispositivos a instalar serán fusibles, descargadores de sobretensiones a la salida de los inversores e interruptor de desconexión adecuados a las características de las líneas.

A su vez, se incorporarán protecciones contra sobreintensidades a la salida de los inversores y en el cuadro general de BT, junto a un interruptor diferencial, que antecede a los devanados del transformados.

10.1. Protecciones Corriente Continua

Las líneas procedentes de los strings están protegidas por fusibles de 25 A alojados en los portafusibles situados en el interior de las cajas de conexión. De este modo se consiguen dos objetivos; el primero de ellos es el de impedir que este subgrupo pase a trabajar en ningún momento como carga y soportando corrientes inversas superiores a su propia corriente de cortocircuito. El segundo de ellos es el de permitir la desconexión fácil y rápida de este subgrupo, facilitando las labores del personal de mantenimiento.

Además, dichas cajas contendrán un disyuntor – seccionador general de 300 A, así como descargador de sobretensión para proteger la instalación contra sobretensiones entre el polo positivo y tierra, negativo y tierra y entre el polo positivo y negativo.

10.2. Protecciones Corriente Alterna

El inversor cuenta con protecciones contra sobretensiones de clase II y cortocircuito tal y como puede verse en su ficha técnica, por lo que no será necesaria la instalación de dichos elementos en el lado del inversor. No ocurre así en el lado del transformador en el que será necesario la instalación de una protección magnetotérmica para cada circuito de inversor y una protección magnetotérmica general que proteja todas ellas.

Los inversores elegidos contarán con las protecciones exigidas en el Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de eléctrica de pequeña potencia:

- Elementos de corte general.
- Interruptor diferencial automático.
- Interruptor automático de conexión.

- Protecciones de máxima y mínima frecuencia y máxima y mínima tensión.

La protección tendrá capacidad de corte en todas las fases, tendrá una intensidad nominal y un poder de corte ajustados a las necesidades de cada línea tal y como se describe en el esquema unifilar.

Para la protección contra contactos indirectos será necesario la instalación de una protección diferencial de intensidad nominal suficiente y sensibilidad de 300 mA.

10.3. Red de tierras

Con objeto de proporcionar una protección de las personas contra contactos directos e indirectos el sistema fotovoltaico se dispondrá en esquema “flotante”, es decir, la red de continua del generador fotovoltaico se encuentra aislada de tierra y existe una tierra de protección a la que se unen las masas metálicas del sistema, así como los dispositivos de protección frente a sobretensiones.

Así, se dispondrá una conexión equipotencial a tierra a la que se unen todas las partes metálicas de los componentes del sistema fotovoltaico. Esta red de tierra tiene los objetivos siguientes:

- La protección de las personas frente a contactos indirectos, al impedir que las masas adquieran potencial en el caso de defectos de aislamiento.

- Permitir la correcta actuación de los limitadores de corriente y sobretensión de la protección interna.

Se cumplirá el artículo 15 del RD 1.699/2011 y la ITC BT-40 por lo que el electrodo de puesta a tierra de la instalación será independiente del electrodo del neutro de la empresa distribuidora, así como también se dispondrá de una separación galvánica entre la parte de corriente alterna y la de continua de la instalación.

Los conductores de protección discurrirán por las mismas canalizaciones de corriente continua y de corriente alterna de la instalación. La sección mínima de dichos conductores vendrá dada según la tabla 2 de la ITC BT-18 y cumplirá la norma UNE 20.460-5-54. Así se dispondrá los siguientes conductores de protección.

- 6 mm2 para la conexión de los marcos, envolventes, partes metálicas, etc… del generador fotovoltaico.

- 35 mm2 en el descargador de sobretensiones o varistor de CA del inversor.

- 35 mm2 para el enlace de barra de equipotencialidad con pica.

Los conductores de protección serán del mismo tipo y modelo que los empleados en sus respectivos tramos.

El conductor de tierra que unirá la barra de equipotencialidad con la puesta a tierra será de cobre desnudo de 35 mm2 de sección nominal, hasta enlazar con una pica de acero cobrizado de 250 µ de 14,2 mm de diámetro y 2 metros de longitud total, que se dispondrá hincada en el terreno.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia de hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad no será nunca inferior a 0,5m.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación. Dado que la resistencia de un electrodo depende de la resistividad del terreno en el que se establece y esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, previa a la entrega deberá ser obligatoriamente comprobada por el Instalador Autorizado. En caso de que no cumpla con lo establecido se incrementará el número de picas separadas un metro entre sí y unidas por cable de cobre enterrado hasta conseguir la resistencia adecuada.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren. Los electrodos y los conductores de enlace hasta el punto de puesta a tierra se pondrán al descubierto para su examen al menos una vez cada 5 años.

10.4. Puesta a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo a un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos
- pletinas, conductores desnudos
- placas
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne de conexión de puesta a tierra para los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm2, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm2, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica. Como conductores de protección pueden utilizarse:
    - conductores en los cables multiconductores
    - conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

Red de equipotencialidad

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm² si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

Para proteger toda la instalación fotovoltaica contra rayos, se decide colocar una pica de puesta a tierra en cada fila y en ciertas zonas de la superficie, sumando un total de 550 picas.

El Centro de Transformación contará a su vez con un anillo de tierra, de cobre con sección de 95 mm2.

Todas las partes metálicas de la instalación incluido el vallado perimetral se conectará a la red equipotencial de tierras.

11. Centro de seccionamiento

A continuación, se indican las características del Centro de seccionamiento donde se realizará la protección y medida de la energía generada por la instalación de la zona sur y central.

11.1. Normativa de aplicación

La normativa de aplicación tenida en cuenta es la siguiente:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Reglamento (UE) nº 548/2014 de la Comisión, de 21 de mayo de 2014, por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.
- Reglamento (UE) nº 517/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014, sobre los gases fluorados de efecto invernadero y por el que se deroga el Reglamento (CE) nº 842/2006.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normalización Nacional (normas UNE).
- Recomendaciones AMYS.
- Código Técnico de Edificación.

11.2. Descripción

El Centro de Seccionamiento, tiene una configuración de cuatro posiciones de línea, una celda de servicios auxiliares, una celda de medida y una celda de protección tal y como puede apreciarse en el esquema unifilar.

Las características generales de dicho centro propuesto para este proyecto son:

- Fabricante: SELMA o similar.
- Tipo: Centro Prefabricado de hormigón y equipamiento.
- Frecuencia: 50 Hz
- Solución Plug & Play
- Fabricado bajo norma IEC 62271-200.
- Peso < 25 Ton.

Se adjunta una captura de los planos de planta, alzado y secciones.

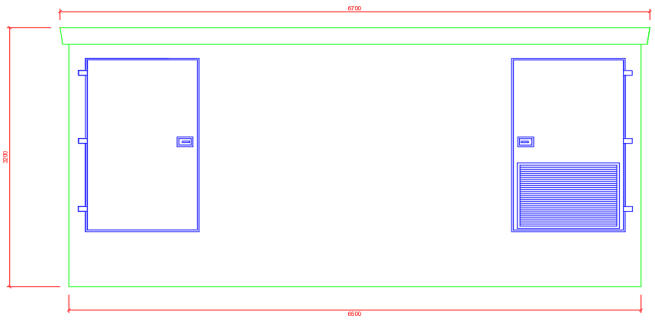


Ilustración 31. Alzado CPM

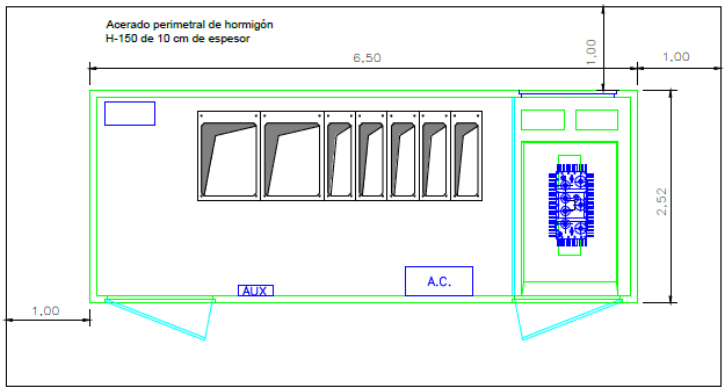


Ilustración 32. Planta CPM

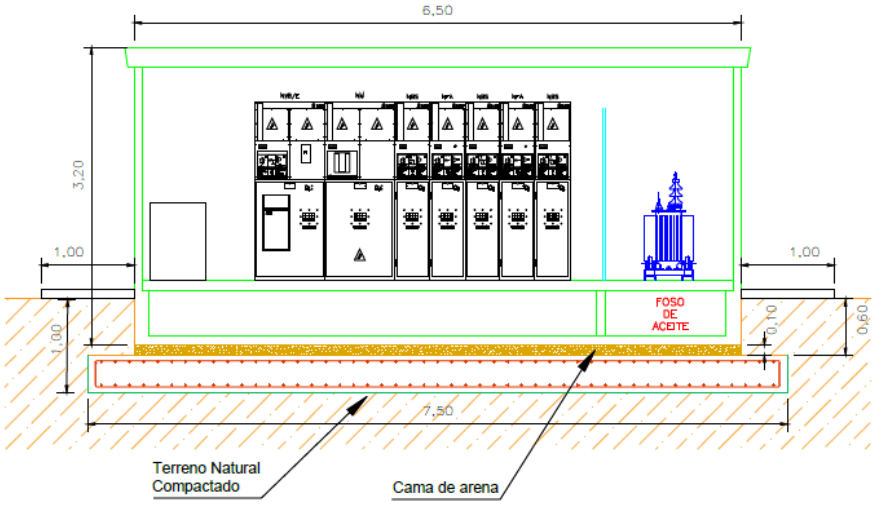


Ilustración 33. Sección CPM

11.3. Centro de hormigón prefabricado

El Centro de Seccionamiento estará compuesto por un edificio prefabricado modelo CTA-6B/1T, de dimensiones exteriores: 6,50 x 2,50 x 3,20 m. Se divide en tres zonas:

- Zona de Cuadro de B.T. para servicios auxiliares.

- Zona de M.T. mediante celdas indoor marca ICET.
- Zona Transformador, IP-12. Incluye depósito de recogida de aceite embebido en la base de la envolvente, cerradura mediante candado cuya llave solo podrá obtenerse si el seccionador de la celda de protección del transformador ha sido puesto a tierra.

Sus principales características son:

- Construcción tipo monobloque con hormigón armado y vibrado.
- Peso estimado 25 toneladas.
- Cimentación: La resistencia del terreno deberá ser igual o superior 1 kg/cm2
- Condiciones de servicio:
  - Sobrecarga de nieve de 250 kg/cm² en cubiertas
  - Carga de viento (presión dinámica) de 100 kg/m², equivalente a V = 144 km/h.
  - Temperatura del aire:
    - Mínima -15° C
    - Máxima +50° C
    - Valor máximo medio diario +35° C
  - Humedad relativa del aire: 100 %
- Materia prima

  Los componentes básicos del hormigón armado que se utilizan son:

  - Cemento Tipo CEM II/A-V 42,5R
  - Arena lavada de río
  - Árido machacado o rodado de río
  - Armaduras de acero tipo B500S.
- Dosificación

A fin de garantizar la resistencia y la impermeabilidad de las piezas fabricadas, se utilizan los siguientes criterios de dosificación:

- Agua: Proporción máxima en relación al cemento de 0,47.
- Arena: Proporción máxima de 2 a 1 con relación al cemento

Con estos criterios se garantiza una resistencia a la compresión de >250 kg/cm² a los 28 días y un grado de compacidad que asegura la total impermeabilidad de las paredes, característica prácticamente imposible de conseguir con otras dosificaciones y calidades inferiores

- Solera principal

Está formada por losas construidas hormigón armado cuya sobrecarga admisible es de 500 kg/cm² estás son registrables para permitir el acceso a la parte inferior del C.T. facilitando así la conexión de cables de la red.

- Características eléctricas

Todas las varillas, que constituyen la armadura de refuerzo de cada una de las piezas que conforman el edificio, están electro-soldadas entre sí, de forma que en cada una de las piezas existe continuidad eléctrica de su armadura, disponiendo de dos puntos unidos a ella, accesibles en la superficie de la parte interior del edificio. A través de estos puntos, se podrá realizar la comprobación de la continuidad de cada pieza y además se realizará, la interconexión de las distintas piezas mediante latiguillos de cobre, de forma que, una vez unidas, el interior del edificio sea una superficie equipotencial.

La situación de la armadura y el proceso de fabricación del hormigón, aseguran una resistencia eléctrica superior a 10.000 Ω, después de los 28 días de la fabricación, entre la armadura y las puertas, rejillas y la superficie exterior del edificio.

- Carpintería metálica

Los elementos metálicos son puerta de peatón, puerta del transformador, rejillas de ventilación y defensa del transformador. Estos elementos están construidos con chapa laminada en frío, con galvanizado en caliente en proceso continuo, posterior pintado de polvo de poliéster, RAL 7035 LIGHT GREY.

La defensa del transformador tendrá una mirilla realizada en metacrilato.

Las rejillas de ventilación dispondrán de filtro G3 tipo manta con disposición en ZIG-ZAG.

- Cerraduras

La puerta de acceso peatonal dispondrá de una cerradura del tipo UCEM 4124 HB100I (izquierda), cerradura de pestillo accionado por llave por ambos lados, equipada con cilindro 4000 F, acabado esmaltado dorado, mano izquierda.

La puerta de transformador dispondrá de una cerradura de enclavamiento accionada por la llave que se libera con la puesta a tierra cerrada de la celda de protección.

- Acabado

El hormigón se suministra pintado en color blanco rugoso por su interior Pintura rugosa en su exterior según RAL 6011.

El acabado de la carpintería metálica de exterior será del tipo C4.

11.4. Transformador de servicios auxiliares

Transformador trifásico 100 kVA 30/0,4 kV, norma UE 548/2014, baño de aceite, termómetro de dos contactos.

- Altitud máxima de operación <1000 mts.
- Temperatura máxima de operación: +40ºC.
- Fabricado de acuerdo con la norma IEC 60076 "Eco Design UE548/2014" TIER1
- Potencia nominal: 50 KVA
- Grupo vectorial: Dyn11
- Relación de voltaje: 30000/400 V
- Frecuencia nominal: 50 Hz
- Bobinados HV/LV: Aluminio/Aluminio
- Palanca de regulación de H.V. (fuera de circuito): +/- 2,5+/- 5%
- Tensión de cortocircuito HV-LV1: 4%
- Termómetro de dos contactos
- RAL 7035

11.5. Celdas de 30 kV

El centro de seccionamiento está compuesto por un conjunto de celdas modulares marca ICET serie “N”, con las siguientes características:

- Fabricado según normas IEC-62271-1, IEC-62271- 102, IEC-62271-103, IEC-62271-105, IEC-62271-200.
- A prueba de arco interno.
- Aislamiento en aire.
- Corte y seccionamiento en SF6.
- Uso interior.
- Tensión asignada de aislamiento 36kV.
- Tensión asignada 36 kV.
- Frecuencia asignada 50 Hz.
- Tensión asignada soportada a frecuencia industrial 50 kV.
- Tensión asignada a impulsos 125 kV.

- Intensidad nominal: 200 – 400 – 1000 A.
- Intensidad de cortocircuito : 25 kA/1s.
- Poder de cierre assignado sobre corto circuito 40 kA.
- Estructura de chapa galvanizada.
- Pintura epoxy RAL 7030.
- Clasificación de continuida de de servicio LSC2A.
- Configuración:

    - Cuatro (4) Celdas de línea “NBS” 36 kV 200 y 400 A - 25 kA. Corte en SF6 y aislamiento aire, con seccionador de puesta a tierra y detectores de presencia de tensión.

    - Una (1) celda de protección automática “NVB/G” 36 kV 200 A 25 kA, disyuntor de vacío. Corte en SF6 y aislamiento aire, con seccionador de puesta a tierra y detectores de presencia de tensión.

    - Una (1) celda de medida “NM” 36 kV 1000 A 25 kA, que alojarán los transformadores de tensión e intensidad. La celda dispondrá de doble puerta metálica, la puerta interior será de rejilla, precintable, y sin posibilidad de apertura hacia el interior. Se montarán los elementos de corte necesarios, para poder aislar la celda en caso de revisión, verificación, cambio de relación o sustitución de los transformadores de medida, con este objeto, se instalarán celdas de seccionamiento (interruptor o seccionador) en entrada y salida de la celda de medida. Los trasformadores de tensión e intensidad tendrán los valores normalizados por dicha compañía y cumplirán con la familia de normas UNE-EN 61869 o las que sustituyan esta.

    - Una (1) celda de protección ruptofusible “NFA” 36 kV 1000 A 25 kA. Corte en SF6 y aislamiento aire, mordazas portafusibles para cortacircuitos fusibles DIN43625, bobina de disparo, timonería, seccionador de puesta a tierra, detectores de presencia de tensión y salida inferior. Fusibles de AT 10/24 kV 6,3 A.

11.6. Sistema de puesta a tierra

Suministro e instalación de:

- Cable de cobre de 50 mm2 desde el anillo del equipo de puesta a tierra hasta la caja de conexiones del equipo de puesta a tierra, también incluido.

- Cable de cobre de 50 mm2 desde el punto neutro del transformador SSAA hasta la caja de conexiones del neutro a tierra, también incluido.

11.7. Interconexión MT

Suministro de interconexión M.T. entre celda de protección y transformador de servicios auxiliares en cable RHZ1 1x300 mm2 Al 18/30 kV.

11.8. Interconexión B.T.

Suministro de interconexión B.T. entre transformador de servicios auxiliares y cuadro BT de servicios auxiliares en cable RV-K 0,6/1 kV 25 mm2 Cu.

11.9. Medida

Los puntos de medida se ajustarán a los requisitos y condiciones establecidos en el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico aprobado por el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, al Real Decreto 1164/2001 de tarifas de acceso y a la reglamentación vigente en materia de metrología y seguridad industrial, cumpliendo los requisitos necesarios para permitir y garantizar la correcta medida y facturación de la energía circulada.

Para la medida Fiscal, y en previsión de la necesidad de tener que enviar datos de telemedida en tiempo real al operador del sistema (REE), en el CPMC, se dispondrá de un armario de medida Tipo 2 compuesto por:

- 1 Regleta de verificación precintable.
- 1 Armario de medida realizado en poliester reforzado en fibra de vidrio de 750x750x300 mm con placa pivotante, cajas de bornes, automático y enchufe, con capacidad para hasta 2 equipos de medida Tipo 2+ Modem.
- Conjunto de conductores de unión entre los secundarios de los arroyamientos de medida y el contador realizado con cable apantallado Cu 0,6/1 kV de 6 mm2.
- Se dispondrá de un armario de resistencias para completar el consumo de los secundarios de los TT´s de medida.

El equipo de medida estará formado por:

- 1 Equipo Tarificador bidireccional para puntos de medida tipo 2, Marca Itron mod. SL7000- 760-2-A171 con entradas X/5A y x/110:V3, con verificación de origen.
- 1 Módem externo Itron mod. SPARKLINE IV, GSM-GPRS, que permite comunicación de facturación y al operador del sistema.

12. Descripción de los trabajos

A continuación, se describen las distintas operaciones que serán necesarias para desarrollar en el Proyecto conectada a red. Los trabajos de ejecución se pueden clasificar principalmente en:

- Topografía
- Obra Civil
- Sistema de seguridad
- Sistema de monitorización y control
- Protección contra incendios
- Suministro de Equipos
- Montaje mecánico
- Montaje eléctrico

12.1. Topografía

Los trabajos de topografía comprenden el replanteo inicial de la Instalación sobre el terreno para delimitar los límites de la Planta, los viales de acceso, vallado y ubicación de las cimentaciones de la estructura.

El replanteo topográfico del terreno será aprobado por el contratista principal antes del inicio de los trabajos y servirá de base topográfica para la cuantificación de estos; dichas aprobaciones se sucederán en los inicios y finales de las fases de desbroce, excavación y rellenos.

La realización del levantamiento se basará en las coordenadas de al menos dos vértices geodésicos o antenas “Global Navigation Satellite System” (GNSS) para la determinación de sus tres coordenadas del sistema oficial de referencia. Para determinar las alturas ortométricas, se deben conectar al menos otros dos niveles de puntos, si no se proporciona un modelo gravitacional que asegure una precisión absoluta “H” menor de 10 cm.

Estas bases se presentarán en los planes de levantamiento y se construirá de manera que se asegure su permanencia y que no estén colocadas en terrenos agrícolas o en lugares con riesgo de desaparición o cualquier tipo de movimiento. Se debe asegurar que las bases estén ubicadas en un área protegida de daños mecánicos y perturbaciones electromagnéticas, donde prevalecerá el patrón de sostenibilidad.

12.2. Obra civil parque solar

12.2.1. Cimentación seguidor solar

Los postes de la estructura solar irán anclados al terreno por medio de hinca directa. Si una vez realizado el ensayo geotécnico de terreno, se encontrase con alguna

capa del mismo más dura, se propondrán soluciones alternativas a la cimentación de los postes para estas zonas.

12.2.2. Preparación del terreno y movimientos de tierra

La preparación del terreno consistirá en una limpieza y desbroce del terreno para eliminar la capa vegetal existente sin realizar movimientos de tierra.

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio de la dirección de obra. Estos trabajos serán los mínimos posibles y los suficientes para la correcta construcción del Proyecto.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo
- Demolición de edificios o posibles estructuras existentes en el terreno y posterior transporte de los escombros a vertedero.

De esta forma se realizará la extracción y retirada en las zonas designadas, de todas las malezas y cualquier otro material indeseable a juicio de la dirección de obra.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad y evitar daños en las construcciones próximas existentes. Todos los tocones o raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a setenta y cinco centímetros (75cm) por debajo de la rasante.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material procedente de los desmontes de la obra o de los préstamos, según está previsto en el estudio de movimientos de tierras necesarios en la obra.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones de la dirección de obra.

Todos los productos o subproductos forestales no susceptibles de aprovechamiento serán eliminados de acuerdo con lo que ordene la dirección de obra sobre el particular

Una vez finalizada la preparación del terreno, a partir del plano topográfico del terreno, y evitando lo máximo posible el desplazamiento de tierras, se hará el movimiento de tierras según corresponda. Distinguir entre los movimientos de tierra necesarios para:

- Plataforma de área de instalaciones provisionales.
- Adecuación menor de movimiento de tierras en áreas de seguidores solares con irregularidades puntuales en el terreno.

12.2.3. Canalizaciones

12.2.3.1. Canalizaciones de corriente continua

El cableado de los strings a las cajas de conexión discurrirá parcialmente enterrado bajo tubo y una parte aérea sobre la propia estructura de los seguidores. Por otro lado, el cableado desde las cajas de conexión a los inversores discurre directamente enterrado.

Las uniones serie de los módulos se realizarán mediante conexiones rápidas y especiales de Clase II, realizándose ésta por la parte posterior a los mismos. Los cables irán embridados a las estructuras soportes y pasarán desde la estructura al suelo bajo tubo de protección. Desde este punto partirán hacia los inversores.

Las canalizaciones tendrán una anchura de 30 cm, como mínimo, y una profundidad tal que permita que los tubos queden a una profundidad mínima de 75 cm. Se dispondrá una capa de arena de río lavada de espesor mínimo de 0,05 m sobre la que se colocarán los tubos. Por encima de ellos irá otra capa de arena de 0,10 m de espesor.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los tubos, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

12.2.3.2. Canalizaciones de corriente alterna

El cableado de la parte de corriente alterna irá directamente enterrado a una profundidad de 0,95 m. cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes. Por el contrario, deberán aumentarse cuando que las condiciones que se establezcan así lo exijan.

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 0,05 m y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del cable se dispondrá otra capa de 0,1 m de espesor que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones, estos deben de tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta de la existencia del cableado. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Las canalizaciones de baja tensión serán enterradas bajo tubo conforme a las especificaciones del apartado 1.2.4. de la ITC-BT-21. No instalándose más de un circuito por tubo.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse en función de cruces o derivaciones. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

12.2.4. Viales internos

La Instalación contará con una red de viales interiores que dará acceso a los centros de transformación que conforman la Planta.

La estación de potencia deberá estar en una plataforma ligeramente elevada conectada a los caminos internos. Esta plataforma debe considerar un área de trabajo segura de 2 m alrededor de la estación de potencia, sin pendiente.

Todos los viales de la Planta serán de 3,50 m de ancho, y estarán compuestos por una subbase de suelo seleccionado compactado al 95% PM con un mínimo de 0,20 m de espesor y una base de zahorra natural de 0,10 m de espesor compactada al 95% PM. El trazado de los viales se diseñará considerando un radio de giro mínimo de 12,00 m, y respetando una distancia mínima entre los seguidores y el borde del camino de 1 m.

La pendiente máxima de los caminos se establece en un 10%, y aquellos tramos en los que presenten pendientes mayores, si los hubiera, se hormigonarán consecuentemente.

Los viales deberán soportar un tráfico ligero durante la fase de operación de la Planta Fotovoltaica, reducido a vehículos todo terreno y vehículos de carga para labores de mantenimiento y reparación. De forma puntual el acceso de vehículos pesados podrá ser necesario para el transporte de equipos como los transformadores.

En aquellos puntos de cruces de cables y zanjas enterradas con los caminos, se instalarán tubos corrugados embebidos en hormigón para posterior instalación de los cables a través de dichos tubos.

Respecto a los caminos de acceso a la Planta Solar, se adecuarán en aquellos tramos en los que sea necesario para garantizar el paso de vehículos de carga durante la fase de obras. Se les proporcionará un ancho mínimo de 4 metros y se construirán sobreanchos en curvas para asegurar el paso de camiones y/o maquinaria.

12.2.5. Vallado perimetral

Se instalará un vallado perimetral compuesto por tubos galvanizados, colocados cada 3,00 metros en excavaciones rellenas de hormigón en masa H-25, de 48 mm de diámetro, 12 mm de espesor y 2,15 m de altura, acodados en sus extremos para colocar dos hileras de alambre de espino. En todos los cambios de dirección, o en su defecto, cada 45 m, se dispondrán postes de refuerzo con dos tornapuntas. La malla será de tipo cinegética 200-17-30 y tendrá 2,00 m de altura. Se colocarán 4 tirantas de alambre de 16 mm2 con sus tensores y tornillos correspondientes.

Se realizarán accesos a la planta mediante cancela de 6 m de anchura y 2,15 m de altura en dos hojas, realizadas con tubo galvanizado de 48 mm de diámetro y 1,2 mm de espesor más malla electrosoldada de las mismas características que la anterior.

Con objeto de preservar el medio, el vallado dispondrá de pequeños accesos de 0,30 x 0,30 m instalados cada 150 m para permitir el paso de animales pequeños existentes en la zona.

12.2.6. Estudio geotécnico

En el momento de desarrollar la actuación, se realizará un estudio geotécnico, de forma que se determinen las características del terreno y así, conseguir la forma óptima de los trabajos de anclado o cimentación de los elementos de la instalación fotovoltaica.

12.2.7. Sistema de drenaje

El diseño del sistema de drenaje se abordará estrechamente ligado con el movimiento de tierras y explanaciones, en caso de tener que llevarlas a cabo.

Se tratará de aprovechar al máximo las líneas de flujo principal existentes, modificándolas o reordenándolas, diseñando y dimensionando cada uno de los elementos de drenaje que garanticen una correcta y óptima evacuación de aguas.

No se realizarán movimientos de tierra que produzcan alteraciones topográficas que puedan afectar a los cauces existentes.

La Planta podrá contar con un sistema de drenaje que permita evacuar, controlar, conducir y filtrar todas las aguas pluviales hacia los drenajes naturales del área ocupada por la Instalación.

Se deberá asegurar que el sistema de drenaje da continuidad al drenaje natural del terreno.

Se diferencian tres tipologías diferentes que se detallan a continuación:

- Drenaje longitudinal de tipo 1 (cuneta) como medida de protección perimetral de la Planta y de los viales internos. Captarán el agua de escorrentía y la conducirán hacía los puntos de menor cota.
- Drenaje longitudinal de tipo 2 (paso salvacunetas) para permitir el cruce entre caminos (interior o de acceso a la Planta) y las obras de drenaje de tipo 1, con el fin de garantizar el regular flujo entre el agua pluvial recolectada en la cuneta frente a un evento con un tiempo de retorno de 25 años.
- Obra de Drenaje Transversal (ODT) para permitir el cruce caminos y las ramblas/cauces existentes, con el fin de garantizar el regular flujo de escorrentías frente a un evento con un tiempo de retorno de 100 años. Se colocarán tubos salva cunetas que crucen bajo los caminos, con rejas a la entrada para evitar el aterramiento de los tubos. Se evitarán los diámetros pequeños, empleando como mínimo el diámetro Ø400 mm, y empleando tubos con capacidad mecánica suficiente para soportar el paso de los vehículos. En caso de que los cauces sean muy poco pronunciados o el desnivel del terreno sea insuficiente para permitir la instalación de tubos como ODT, se recurrirá a la ejecución de vados hormigonados, protegiendo el camino de la socavación y restituyendo el flujo natural del agua.

También se realizarán las acciones necesarias para evitar afecciones por las posibles aguas de escorrentía provenientes de las parcelas colindantes al Proyecto.

En función del estudio de la pluviometría de la zona, se calculan la escorrentía superficial y las precipitaciones máximas sobre la parcela. Las dimensiones de las canalizaciones de evacuación de aguas a construir se dimensionarán en función de los datos pluviales y la normativa nacional relacionada.

12.3. Obra civil parque eólico

La obra civil de un parque eólico se concentra principalmente en las plataformas, las cimentaciones de los aerogeneradores, los viales interiores del parque y en las líneas de interconexión y accesos.

La principal premisa en el diseño y ejecución de la obra civil es minimizar la afección al medio, sobre todo en aquellos lugares más sensibles. También es de especial relevancia la conservación cultural del entorno, evitando la afección a elementos de patrimonio cultural existentes y realizando las correspondientes prospecciones en las áreas de actuación.

Por otro lado, para optimizar la distribución de los aerogeneradores, se aprovechará todo lo posible los factores del relieve local, como son el trazado de los viales internos del parque por las cuerdas y divisorias de aguas. Esto incluirá priorizar la adecuación de viales existentes frente a la creación de nuevos trazados para generar el menor movimiento de tierras posible.

Todo ello irá enmarcado en el cumplimiento de las restricciones y tolerancias marcadas por el fabricante para este tipo de infraestructuras. En concreto, las condiciones ideales para los vehículos de transporte de aerogeneradores son pendientes de hasta un 8% en línea recta en sentido de la marcha y en buenas condiciones climáticas y de condiciones del firme. Excepcionalmente puede llegarse al 14% pero teniendo en cuenta que pendientes superiores a 8% pueden requerir de un vehículo extra de remolque o empuje, y que pendientes superiores a 10% requieren de sobreanchos en curvas y hormigonar la superficie para conseguir una óptima adherencia y tracción.

Se debe tener especial cuidado de minimizar las irregularidades de los viales para que no haya saltos bruscos a lo largo de los vehículos y evitar que se dañe el material transportado o el propio vehículo de transporte. El desnivel máximo de irregularidades en la superficie es de 30 cm.

Las principales actuaciones a realizar son las siguientes:

- Accesos:

Se entiende por accesos a los bailes existentes y viales de nueva construcción que permiten el acceso desde la red de carreteras hasta los viales internos del parque.

- Viales internos:

Son aquellos viales existentes, acondicionados o de nueva construcción que permiten el transporte de equipos y grúas necesarios para el montaje del parque y su explotación.

- Plataformas de montaje:

Es la explanación del terreno acondicionada para el montaje de los aerogeneradores.

- Cimentación aerogeneradores:

La cimentación de los aerogeneradores estará formada por una zapata de hormigón armado que efectuará el anclaje de las torres al terreno. Dichas zapatas se han previsto de planta circular y dimensiones adecuadas a las características del terreno.

- Canalizaciones eléctricas:

El conexionado en media tensión de los aerogeneradores, así como el cableado de control se dispondrá enterrado bajo zanja. Existirán varias dimensiones de zanja tipo según el número de ternas de cable de media tensión que discurra en cada tramo.

- Drenaje:

El conexionado en media tensión de los aerogeneradores, así como el cableado de control se dispondrá enterrado bajo zanja. Existirán varias dimensiones de zanja tipo según el número de ternas de cable de media tensión que discurra en cada tramo.

12.3.1. Accesos

El acceso al parque eólico se realizará desde la carretera A – 2078, la cual se encuentra actualmente en buen estado de conservación, concretamente en el P.K. 6,255. Desde dicha carretera se accederá a las dos zonas del parque eólico a través de caminos públicos existentes.

Para facilitar el paso y giro de la maquinaria y camiones implicados en la obra, el entronque de dicho vial con la carretera deberá ser actualizado, dicha reforma se realizará de acuerdo a la normativa vigente.

La carretera tiene un ancho aproximado de 7 m con firme en buen estado. A continuación, se muestra una imagen de los puntos de conexión previstos de viales de acceso con la carretera A – 2078.



Ilustración 34. Acceso al parque eólico desde la A-2078

12.3.1.1. Secciones de firme

En las siguientes imágenes se muestran las secciones que tendrán los viales de entronque con la carretera por la cual se tiene acceso.

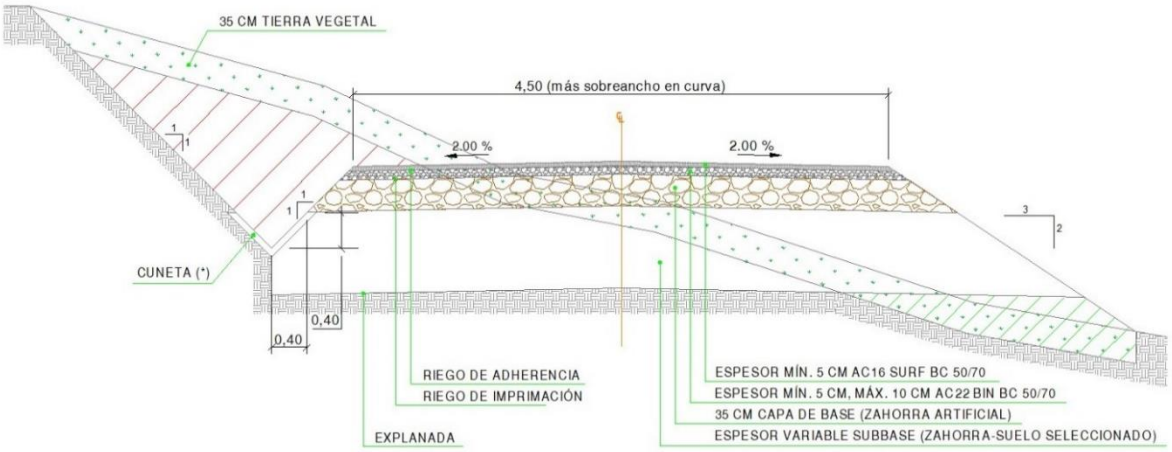


Ilustración 35. Sección tipo viales de acceso

Las intersecciones con la carretera de acceso se realizarán como una plataforma al mismo nivel con radios de giro de 70m que permitan la entrada al parque desde ambos sentidos de circulación, así como un giro libre de obstáculos estando todo el enlace al mismo nivel, de acuerdo al siguiente esquema:

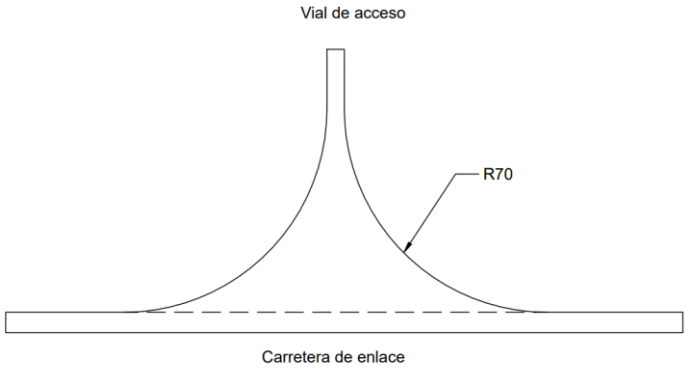


Ilustración 36. Entronque con carretera

Se parte de la situación ideal de aprovechar en la medida de lo posible los caminos existentes en el entorno del parque, tratando de minimizar las afecciones por apertura de accesos, así como expropiaciones. Si hay carreteras de hormigón o asfalto público / privado existentes con un ancho de conducción inferior a 5 m deben deberán ensancharse. La ampliación de las carreteras es necesaria por motivos de seguridad para reducir el riesgo de rotura de los bordes de la carretera, ya que se deben utilizar vehículos y grúas con un ancho de vía de 3 m y un peso total máximo de 145 T para garantizar la entrega y montaje del aerogenerador. La siguiente imagen muestra la manera de ampliar un vial existente.

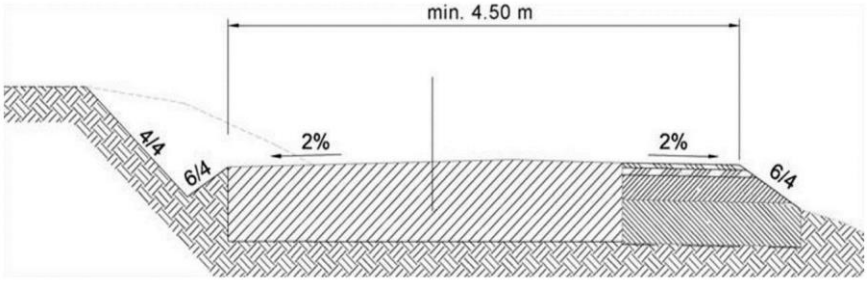


Ilustración 37. Ejemplo de ampliación de vial existente

12.3.2. Viales internos

El objetivo general de la red de viales es dar accesibilidad a los aerogeneradores para su instalación, operación y mantenimiento. Dado el tamaño de los componentes de los aerogeneradores, los caminos deben cumplir unos requisitos suficientes para el transporte de estos. En su diseño se ha tratado de minimizar las posibles afecciones a los terrenos por los que discurren. Para ello se maximiza la utilización de los caminos existentes en la zona, definiendo nuevos trazados únicamente en los casos imprescindibles de forma que se respete la rasante del terreno natural, siempre atendiendo al criterio de menor afección al medio.

Este proyecto básico contempla la adecuación de los caminos existentes que no alcancen los mínimos necesarios para la circulación de vehículos de montaje y mantenimiento de los aerogeneradores y la construcción de nuevos caminos necesarios. La explanación del camino y las plataformas, constituyen las únicas zonas del terreno que pueden ser ocupadas, debiendo permanecer el resto del territorio en su estado natural, por lo que éste no podrá ser usado, bajo ningún concepto, para circular o estacionar vehículos, o para acopiar materiales.

Las dimensiones de los viales, según requerimientos del transporte e indicaciones del tecnólogo y del fabricante en el montaje de los aerogeneradores elegidos para instalar en este parque, serán de 4,5 m útiles en rectas.

En lo relacionado con los giros y curvas, las dimensiones de los viales, según requerimientos del transporte e indicaciones del tecnólogo y del fabricante en el montaje de los aerogeneradores elegidos para instalar en este parque, serán de mínimo 6 m en curvas superiores a 10º, y de 9 m en giros de 90º. El radio de curvatura de los tramos en curva será como mínimo de 70 m debido a que el área de la curva interior de los vehículos proviene de una diagonal de 63 m, entre la cabeza tractora y el último eje del vehículo, y a que fuera del área de la curva hay que dejar un sobreancho libre desde el borde de la carretera de 6-9 m. En caso de que el radio de curvatura sea inferior, se definirán sobreanchos hasta alcanzar la dimensión pertinente en función de las características de la curva en cuestión.

Las áreas de entrada y salida de las curvas también deben contener una sección en forma de cuña de 5 m de largo para curvas menores de 90º, y de 34 m para curvas superiores. Los obstáculos en el exterior de las curvas no deben superar los 1,5 m por encima del nivel de la carretera, mientras que aquellos en la zona interior de las mismas

no deben superar los 0,30 m por encima del nivel de la carretera, para lo cual se han establecido bermas de despeje.

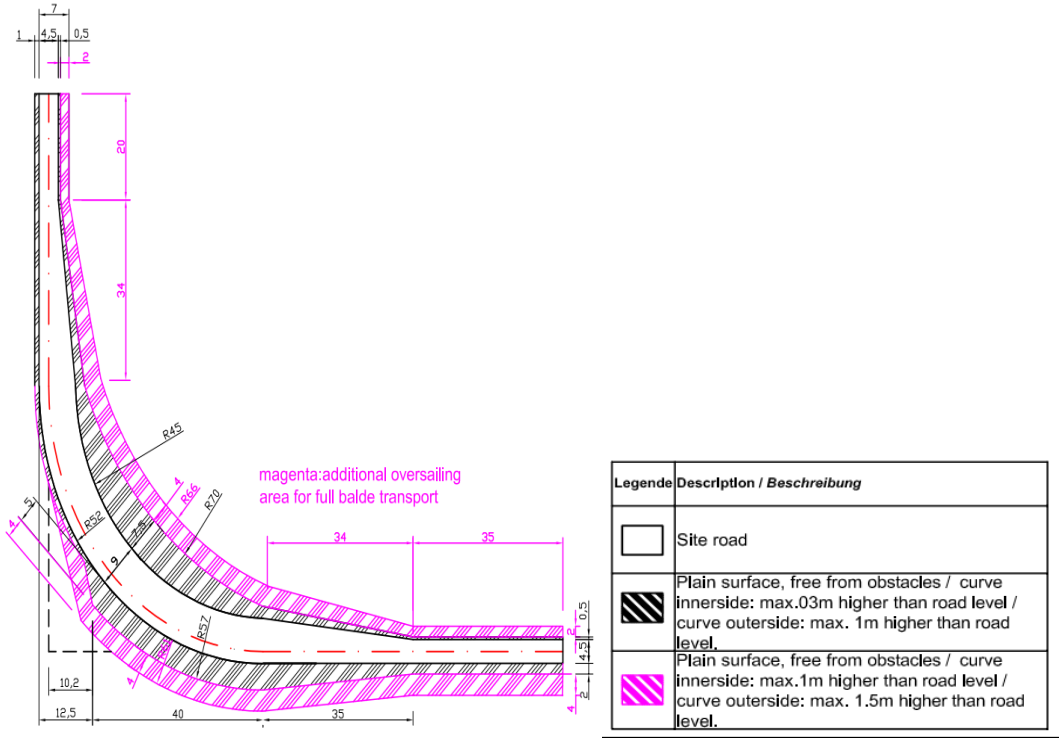


Ilustración 38. Dimensiones del vial en giros de 90º

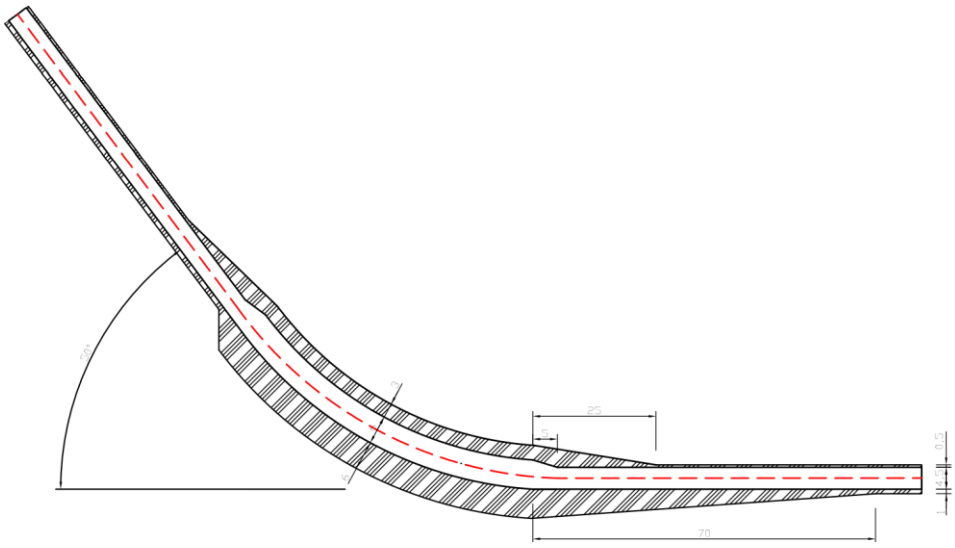


Ilustración 39. Dimensiones del vial en giros de entre 10 º y 90º

En cuanto a acuerdos verticales, el radio vertical mínimo es de 600 m para tramos rectos en planta, y de 700 m en tramos curvos, tanto para acuerdos verticales como convexos. Se debe tener especial cuidado de minimizar las irregularidades de los viales para que no haya saltos bruscos a lo largo de los vehículos y evitar que se dañe el material transportado o el propio vehículo de transporte. El desnivel máximo de

irregularidades en la superficie es de 30 cm, y en rectas de 30 m, el desnivel máximo debe ser menor de 28 cm de acuerdo con la siguiente imagen.

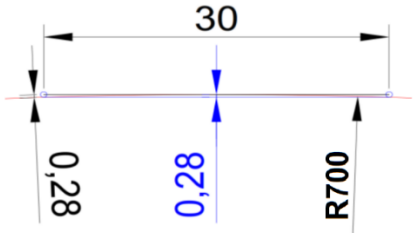


Ilustración 40. Tolerancia irregularidades del suelo

El talud de desmonte se proyecta 1:1 (H:V) y el talud de terraplén que se contempla en este proyecto es 3H:2V, y con aristas redondeadas de radio 2 m.

Las alineaciones de cada uno de los viales del parque y los perfiles longitudinales de los mismos pueden apreciarse en el Documento nº 2: Planos.

12.3.2.1. Secciones de firme

En general, los vehículos de transporte podrán circular por pendientes de hasta un 8% en línea recta, en sentido de la marcha y en buenas condiciones climáticas y de condiciones del firme. Excepcionalmente puede llegarse al 14% pero teniendo en cuenta que pendientes superiores a 8% pueden requerir de un vehículo extra de remolque o empuje, y que pendientes superiores a 10% requieren de sobreanchos en curvas y hormigonar la superficie para conseguir una óptima adherencia y tracción.

- Firme pendientes <10%

En cuanto al paquete de firme este se ejecutará como norma general mediante una capa subbase de 25 cm de espesor de material granular + capa base de 15 cm de zahorra artificial. Además, en zonas de terraplén se dispondrán 35 cm de tierra vegetal.

Las zahorras cumplirán las prescripciones que figuran en el artículo 510 del PG3:

- Capacidad portante base y sub-base: ensayo de placa de carga estática para una presión en superficie de 12T por eje, será de Ev2 ≥ 100 MN/m² y Ev2/Ev1 ≤ 2.3.
- Capacidad portante base y sub-base: ensayo de placa de carga estática para una presión en superficie de 20T por eje será de Ev2 ≥ 120 MN/m² y Ev2/Ev1 ≤ 2.2.

El nivel de compactación de la capa de base se corresponderá con una densidad seca no inferior al 98% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor modificado. La capacidad portante mínima del terreno será de 180 kN/m².

El nivel de compactación de la subbase se corresponderá con una densidad seca no inferior al 95% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor modificado.

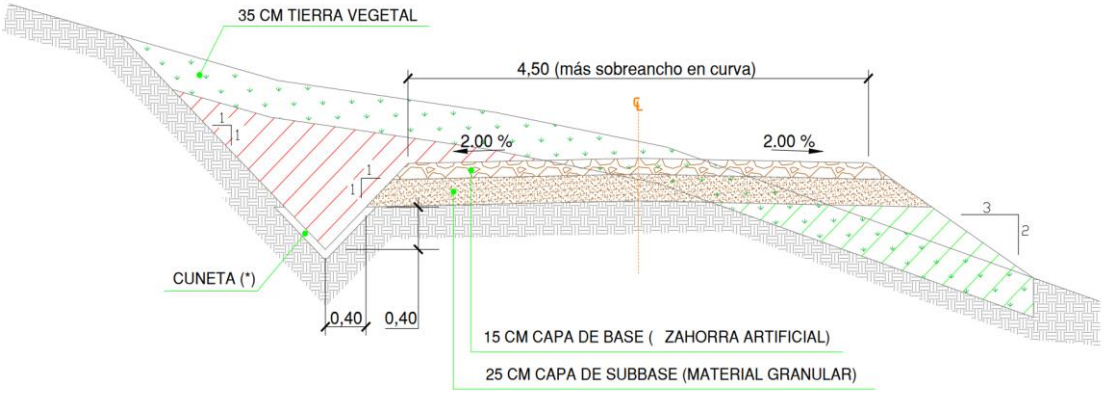


Ilustración 41. Sección tipo viales para pendientes < 10%

- Firme pendientes >10%

La capa de rodadura cumplirá con las especificaciones que figuran en el artículo 550 del PG-3. Corresponde con un firme de hormigón HF-3,5 con una resistencia de 3.5 MPa. El acabado superficial asegurará la adherencia de los vehículos.

El nivel de compactación de la subbase se corresponderá con una densidad seca no inferior al 95% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor modificado.

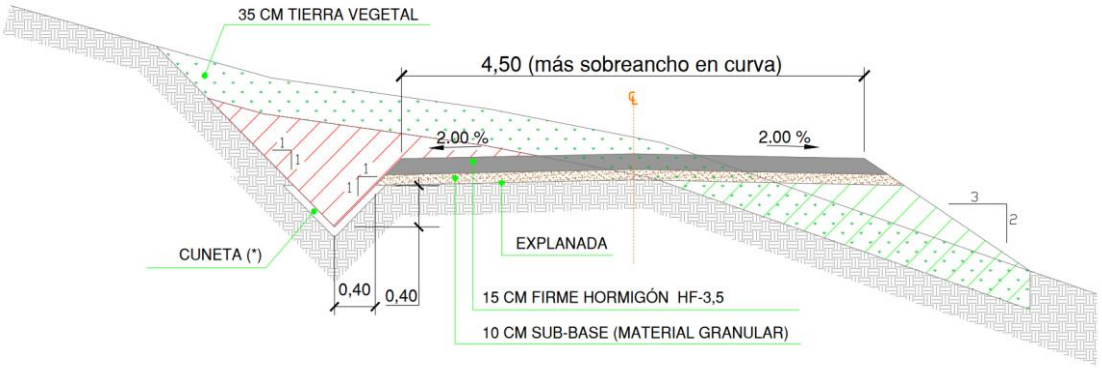


Ilustración 42. Sección tipo viales para pendientes > 10%

- Explanada

Los materiales para el terraplén serán los correspondientes a los de uso en cada una de sus zonas teniendo en cuenta el artículo 330 del PG3. El material para terraplén procedente de la excavación será no marginal y deberá cumplir con las siguientes características:

- Capacidad portante explanada: ensayo de placa de carga estática Ev2 ≥ 50 MN/m². Y Ev2/Ev1 ≤ 2.3, independientemente del contenido en sales y granulometría.

En ampliación de caminos existentes, en ningún caso será apto para terraplén material marginal.

El terraplén será ejecutado con material granular procedente de la excavación o de préstamo, pero en ningún caso se podrá utilizar zahorra reciclada, que contenga impurezas y/o elementos punzantes y/o metales que puedan dañar los vehículos, siendo los costes de los daños por cuenta del contratista.

En caso que la coronación de la explanada existiese roca, únicamente se ejecutará el paquete de firme. El material de relleno se extenderá en tongadas de 30 cm. El nivel de compactación se corresponderá con una densidad seca no inferior al 95% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor Modificado.

Con los viales diseñados se garantiza el tránsito rodado y el acceso a todos los aerogeneradores y a la torre de medición meteorológica.

12.3.3. Plataformas

Las plataformas son explanaciones, adyacentes a los aerogeneradores, que permiten mejor acceso para realizar la excavación de la zapata y el posicionamiento de las grúas y los transportes pesados involucrados en el montaje de los aerogeneradores, que pueden así realizar su tarea sin interrumpir el paso por el camino. Son de forma rectangular de 50x25 m, ocupando una superficie de 1.250 m² y situándose a la misma cota de acabado de la cimentación de los aerogeneradores, junto a ellas, esencialmente planas, con una pendiente longitudinal máxima de 4% y transversal máxima del 2%. Se ejecutan mediante un desbroce de tierra vegetal y una posterior compactación del terreno natural para poder dar un asiento firme a grúas y transportes. En caso de que el terreno natural no tenga las características adecuadas se aportará una capa de zahorra artificial compactada.

La superficie total ocupada por las plataformas es de aproximadamente 8.750 m2.

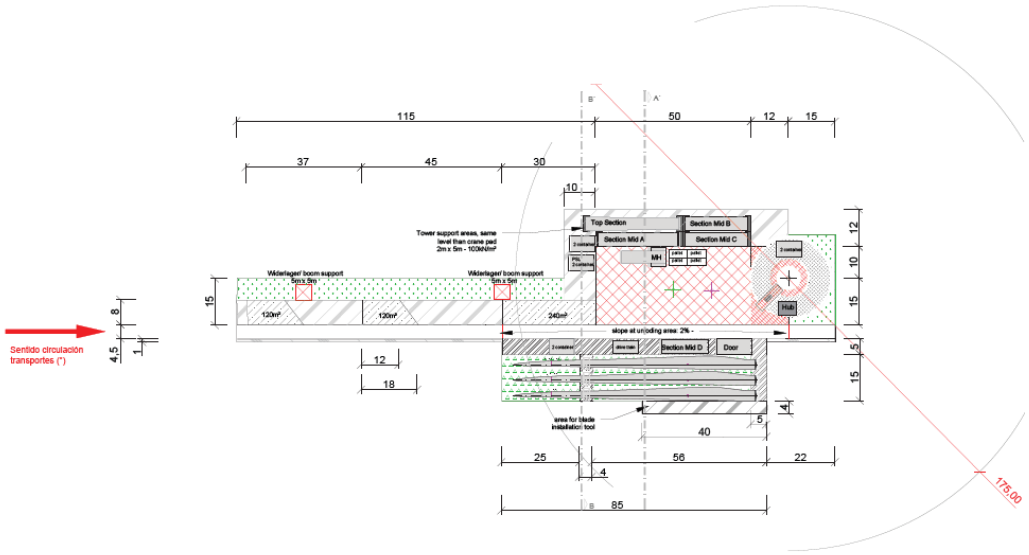


Ilustración 43. Plataforma de montaje

Por otro lado, las plataformas temporales o de acopio son explanaciones, adyacentes a los aerogeneradores, que permiten el acopio de los elementos que

componen los aerogeneradores durante la fase de montaje, permitiendo realizar esta tarea sin interrumpir el paso por el camino. Se realizará una plataforma junto a la plataforma de montaje, para el acopio de los tramos de torre y la nacelle y otra en el lado contrario del camino rectangular, de 85 x 15 m, para el acopio de las palas. La cota se adaptará a la del terreno natural para minimizar los movimientos de tierra y serán esencialmente planas. Se ejecutan mediante desbroce de tierra vegetal y excavación/terraplén hasta alcanzar la cota deseada, el terreno afectado por la mismas quedará totalmente reconstruido tras pasar el periodo de montaje de los aerogeneradores.

La superficie total ocupada por cada plataforma temporal de acopio es de aproximadamente 15.000 m², se colocará una plataforma de acopio temporal por cada zona ocupando una superficie total de 30.000 m².

12.3.3.1. Resumen de movimientos de tierras

Movimiento de tierras	Cota	Superficie desbroce (m2)	Excavación		Terraplén	Compensación de Tierras	Firmes
			Tierra vegetal (m3)	Suelo (m3)	Núcleo (m3)	Desmonte - Terraplén	Sub Base Material Granular (m^3)
Plataforma WTG01	70.2	25199	8819.65	3567.084	6845.796	-3278.712	346.00
Plataforma WTG02	45.0	20377	7131.95	6785.797	7912.765	-1126.968	346.00
Plataforma WTG03	35.8	24598	8609.3	5953.684	6968.205	-1014.521	346.00
Plataforma WTG04	32.8	24969	8739.15	3223.651	1280.391	1943.26	346.00
Plataforma WTG05	32.7	19023	6658.05	6455.049	5226.274	1228.775	346.00
Plataforma WTG06	32.0	24637	8622.95	2808.169	10211.512	-7403.343	346.00
Plataforma WTG07	42.4	27701	9695.35	10725.15	1369.7938	9355.3562	346.00

Tabla 21. Resumen movimiento de tierras viales internos

12.3.3.2. Secciones de firme

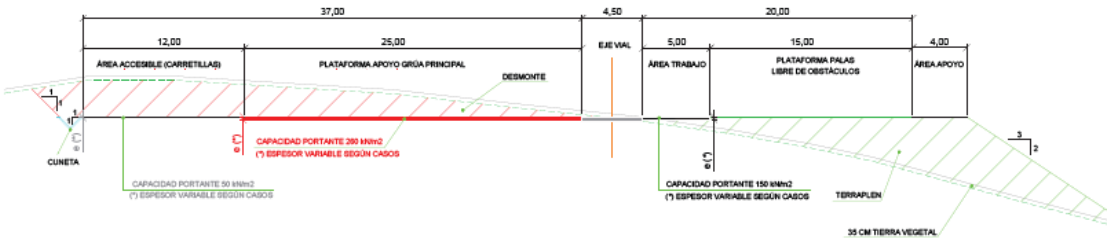
Las siguientes imágenes muestran las secciones que tendrán las plataformas de montaje.

La primera de ellas muestra la sección que incluye la superficie que contiene a la plataforma definitiva, o lo que viene a ser lo mismo aquella superficie de terreno que va a quedar ocupada de manera permanente. Además, aparecen partes de la plataforma temporal, como la plataforma de acopio de las palas y zonas que deben permanecer libres de obstáculos durante el montaje.

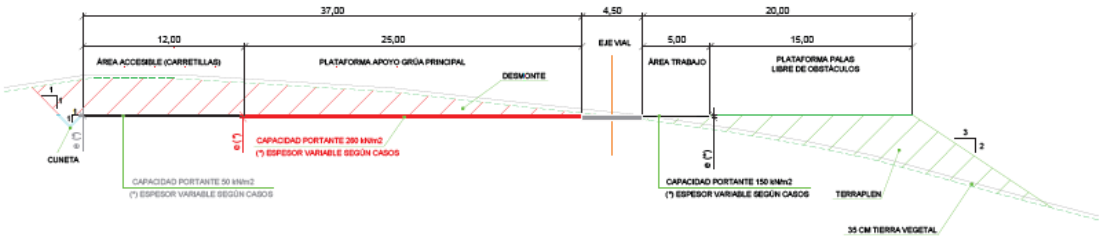
La segunda es la referente a la parte de la plataforma que estará ocupada por la grúa durante el montaje y que por lo tanto contiene los apoyos de la misma y debe tener

una zona libre de obstáculos. Igualmente aparece la superficie destinada al acopio de las palas.

Sección Transversal A-A´. Plataforma tipo 1



Sección Transversal A-A´. Plataforma tipo 2



Sección Transversal B-B´. Plataformas tipo 1 y 2

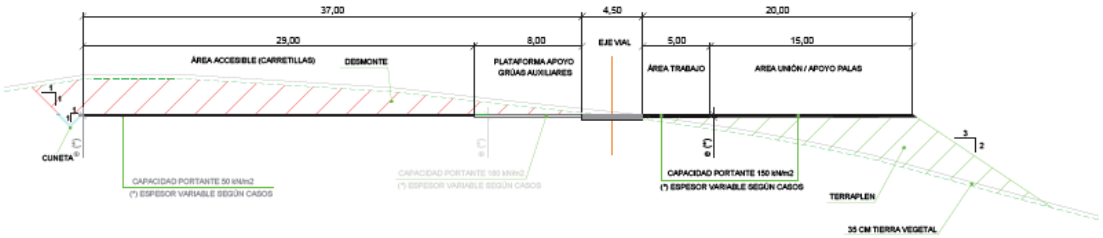


Ilustración 44. Secciones transversales de plataformas de montaje

12.3.4. Cimentaciones

La cimentación del aerogenerador asegura la estabilidad del mismo para todas las condiciones de diseño. Para un mejor conocimiento del terreno en el que se asentarán los aerogeneradores, se realizará un estudio geotécnico individualizado que confirme las hipótesis de diseño y que definirá las necesidades reales de la cimentación.

Se deben disponer tubos de PVC para el paso de conductores y cables de tierra y drenaje de la torre. Estas conducciones atraviesan el cilindro de conexión, a través de perforaciones ya previstas en éste.

Por último, para evitar filtraciones de agua, se dispone un sellado entre el hormigón y la chapa del tramo de torre enterrado.

Sobre la zapata se construirá un pedestal, también de hormigón armado, en el interior de los pedestales se alojarán los carretes de anclaje de los fustes de los aerogeneradores, provistos de los correspondientes taladros para el alojamiento de los pernos de anclaje. Tanto la zapata como el pedestal se realizarán en hormigón armado.

La ejecución de la cimentación de cada un de los aerogeneradores da lugar a una serie de obras que se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Despeje y desbroce del terreno.
- Excavación y compactación del pozo.
- Relleno inicial con una base de hormigón de limpieza.
- Montaje de encofrado.
- Montaje de la armadura.
- Instalación y montaje del sistema de anclaje para la torre del aerogenerador.
- Hormigonado.
- Relleno con material seleccionado procedente de la excavación, debidamente compactado, hasta alcanzar la cota original del terreno.

Las dimensiones, resistencias características mínimas del hormigón de la losa y del pedestal serán confirmadas en el diseño de detalle de la cimentación, así como la cantidad exacta de acero.

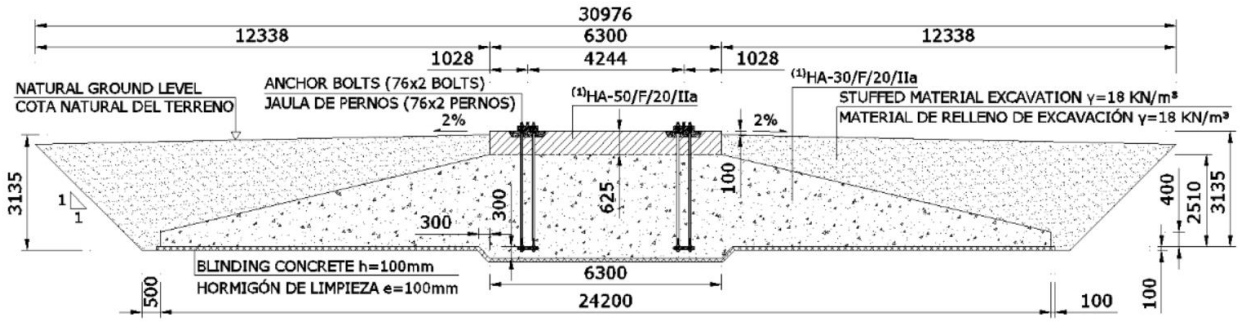


Ilustración 45. Sección de la cimentación

12.3.5. Zanjas y canalizaciones

Las zanjas tendrán por objeto alojar las líneas subterráneas de 30 kV, la línea de comunicaciones y la línea de tierra que interconecta todos los aerogeneradores del parque con la subestación.

Esta red de zanjas se ha tendido en general en paralelo a los viales en el lado más cercano a los aerogeneradores, para facilitar la instalación de los cables y minimizar la afección al entorno. En las zonas de plataformas, discurrirán por el borde de la explanación.

Finalizada la ejecución de las zanjas se procederá al revegetado de las mismas, de tal forma que queden únicamente visibles en superficie las tapas de las arquetas. A su vez, se dejará señalizado con hitos de hormigón de distinto color que indicarán la ubicación de los empalmes. Dichos hitos serán situados, a lo largo del trazado, de manera regular, en intervalos de 50 m y en cada cambio de dirección.

Las zanjas se dividirán en dos categorías, una directamente enterrada, empleada en aquellos casos en los que no haya cruzamientos con viales, cauces de agua u otro tipo de infraestructuras sensibles, y otra bajo tubo hormigonada para resolver tales cruzamientos. En caso de que sea necesario, se realizará una ocupación temporal de 3,6 metros en lado más alejado al vial y de 2 metros en el lado más cercano al mismo, medida desde los límites de excavación de la zanja, para las labores de construcción de las canalizaciones enterradas. Ambas tipologías se describen a continuación.

12.3.5.1. Zanjas y canalizaciones directamente enterradas

En función del número de circuitos de media tensión alojados, las dimensiones y espesor de las capas alojadas será el siguiente.

Denominación	1T	2T	3T
Número de circuitos de alojados	1	2	3
Anchura total	30 cm	30 cm.	69 cm
Profundidad total	130 cm	130 cm	130 cm
Altura de tierra procedente del propio terreno	60 cm	60 cm	60 cm
Altura de arena compactada	70 cm	70 cm	70 cm
Cinta de polietileno de señalización	1	1	1

Tabla 22. Dimensiones zanjas directamente enterradas

Las zanjas directamente enterradas tendrán una profundidad total de 130. Todas comenzarán con una capa de arena de 10 cm en cuyo interior se situará el conductor de tierra desnudo del sistema colector. Sobre esta capa se situarán centradas las duplas o ternas de conductores separadas entre sí 30 cm, para posteriormente ser cubiertas por una capa de arena hasta 70 cm. En esta capa se alojará el cable de telecomunicaciones.

Sobre dicha capa se situarán el número de placas de protección correspondiente a cada tipología de zanja, a continuación, se extenderá una capa de 60 cm de suelo seleccionado (95 % PM). Dentro de esta capa a 20 cm de la superficie se colocara la cinta de señalización.

Las zanjas directamente enterradas cuyo trazado discurra por terreno agrícola, serán iguales que las anteriores con la salvedad de que la última capa, formada por material procedente de la excavación, será de 40 y sobre ella se situará una capa de 20 cm de tierra vegetal.

12.3.5.2. Zanjas y canalizaciones enterradas bajo tubo

Se emplearán en todos los cruzamientos con cauces de agua y viales o caminos. En función del número de circuitos de media tensión alojados, las dimensiones y el número de tubos alojados en la zanja son los siguientes.

Denominación	1T	2T	3T	4T

Número de circuitos de media tensión alojados	1	2	3	4
Anchura total	30 cm	30 cm.	69 cm	69 cm.
Profundidad total	130 cm	130 cm	130 cm	130 cm
Altura total de hormigón	70 cm	70 cm	70 cm	70 cm
Altura de arena compactada	60 cm	60 cm	60 cm	60 cm
Número de tubos HDPE corrugado 200 mm	1	2	3	4
Número de tubos PV 110 mm	1	2	3	4
Cinta de polietileno de señalización	1	1	1	1

Tabla 23. Dimensiones zanjas enterradas bajo tubo

12.3.6. Resumen de superficies ocupadas

	Movimiento de tierras	Superficie de desbroce (m2)	Volumen de tierra vegetal (m3)
Viales	Eje_Acceso	2450.893	857.812
	Eje_WTG01	9125.21	3193.823
	Eje_WTG02	7829.023	2740.158
	Eje_WTG03	51146.788	17901.376
	Eje_WTG04	2255.718	789.501
	Eje_WTG05	11804.265	4131.493
	Eje_WTG06	8807.278	3082.547
	Eje_WTG07	11371.24	3979.932
Plataformas	Plataforma WTG01	25199	8819.65
	Plataforma WTG02	20377	7131.95
	Plataforma WTG03	24598	8609.3
	Plataforma WTG04	24969	8739.15
	Plataforma WTG05	19023	6658.05
	Plataforma WTG06	24637	8622.95
	Plataforma WTG07	27701	9695.35
Zonas auxiliares	Campa Acopio Norte	17739	6208.65
	Campa Acopio Sur	21279	7447.65
	Maniobra WTG01	2323	830.55
	Maniobra WTG02	1732	606.2
	Maniobra WTG03	1978	692.3
	Maniobra WTG04	2522	882.7
	Maniobra WTG05	1872	655.2
	Maniobra WTG06	1866	653.1
	Maniobra WTG07	2438	853.3
	TOTAL	**325043.415**	**113782.692**

Tabla 24. Resumen de superficies ocupadas

12.3.7. Restauración ambiental

Con carácter general, las declaraciones de impacto ambiental establecen que los terrenos afectados por los proyectos deben restituirse a sus condiciones fisiográficas iniciales con objeto de conseguir la integración paisajística de las obras ligadas a la construcción del parque eólico, minimizando los impactos sobre el medio perceptual. Los procesos erosivos que se puedan ocasionar como consecuencia de la construcción del mismo, deberán ser corregidos durante toda la vida útil de la instalación.

Dicha restitución atañe a todas las zonas auxiliares o complementarias afectadas durante la fase de obra, cuya ocupación no sea necesaria en fase de explotación tales como:

- Radios de giro
- Parking áreas
- Campas de acopio
- Plataformas auxiliares. (En el caso de los aerogeneradores debe ser restituido todo lo que exceda de la plataforma permanente, considerada como plataforma de alta compactación)
- Superficies de desmonte y terraplenes.

Desde el punto de vista de la restitución, el proyecto técnico debe incluir los movimientos de tierra necesarios para conseguir el estado fisiográfico original, sin comprometer la estabilidad de las infraestructuras permanentes, tomando como referencia el estudio topográfico previo a obra el cual refleja la orografía inicial de los terrenos antes del comienzo de los trabajos e incluyendo cubicación y presupuestos.

La restauración vegetal del terreno se realizará siguiendo el plan de restauración desarrollado en el estudio de impacto ambiental del parque que está amparado por la correspondiente declaración de impacto ambiental. Dicho Plan de Restauración vegetal contiene las partidas necesarias para su ejecución, valoradas económicamente. El presupuesto incluido puede sufrir variaciones en función del éxito de la vegetación natural del terreno o de los precios de mercado, sin embargo, en todo caso, se deberá cumplir con lo estipulado en el Plan de Restauración incluido en el Estudio de Impacto Ambiental tanto en superficies, tipología de la actuación, así como semillas y su caracterización.

12.4. Sistema de seguridad

Se instalará un sistema de seguridad compuesto de un sistema detector de intrusión, compuesto por barreras de microondas y un sistema de circuito cerrado de televisión y vídeo (CCTV), compuesto por cámaras de vigilancia fijas, con visión nocturna y distribuida a lo largo del perímetro abarcado por las plantas.

Para la instalación del sistema de seguridad, se instalarán durante la fase de ejecución del proyecto unos tubos enterrados a una profundidad mínima de 40 cm, con un diámetro mínimo de 80 cm, por los que se tenderán los cables de señal y alimentación

tanto de las cámaras como de las barreras de microondas. Dicha canalización también seguirá el recorrido del perímetro de la planta.

12.5. Sistema de Monitorización y Control

El sistema de monitorización y control de la Planta estará basado en productos abiertos del mercado e incluirá el SCADA y el sistema de control de la Planta PPC, así como todos los equipos necesarios para comunicar con el resto de los sistemas de la Instalación. Este sistema irá alojado en un servidor local instalado en la sala de control del edificio O&M de la planta.

Con la información recopilada por los dispositivos de campo, el SCADA generará una imagen completa de la planta, con el fin de facilitar la gestión y supervisión de la planta, permitiendo la detección en tiempo real de fallos, facilitando así tomar medidas correctivas para evitar el cierre de equipos y la pérdida de producción.

La red de comunicaciones estará compuesta por diversas redes virtuales (VLANs) que ayuden en la segregación del tráfico de datos y aumenten la seguridad y estabilidad del sistema. El medio físico para los anillos de la red principal será fibra óptica monomodo, otorgando la redundancia necesaria para permitir el correcto funcionamiento del sistema ante fallos puntuales en alguno de los componentes de los anillos.

El protocolo base para las comunicaciones será Modbus TCP, siendo este un estándar en el sector fotovoltaico que permite la rápida integración de sistemas y herramientas de depuración que ayuden a la detección y corrección de fallas. De cara a la comunicación con sistemas exteriores el sistema dispondrá de pasarelas de comunicación que aseguren la integración con protocolos de telemando y control como por ejemplo IEC-104, DNP3, IEC 61850 MMS/GOOSE, etc El sistema se puede configurar para permitir el acceso a sistemas de adquisición externos o el sistema de gestión de la Utility manteniendo en todo momento los criterios más estrictos de Ciberseguridad y encriptación de datos que eviten accesos no autorizados al sistema.

La siguiente imagen muestra un detalle de la propuesta del sistema de monitorización y control a través de su arquitectura de redes:

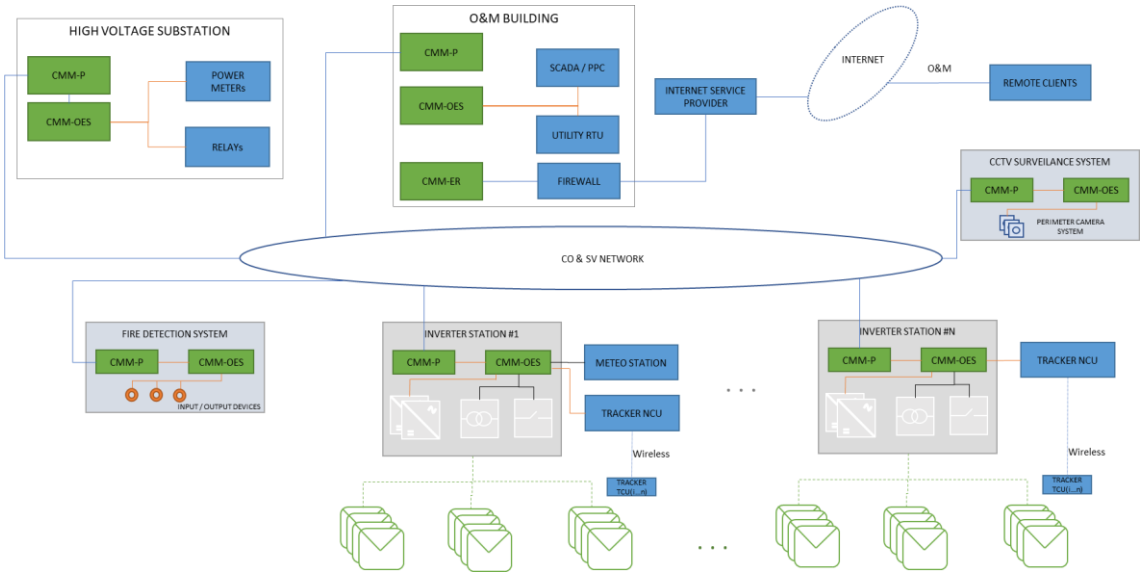


Ilustración 46. Detalle de arquitectura de comunicaciones

El sistema de monitorización será capaz de acceder y almacenar los siguientes grupos de variables:

- Producción instantánea de los inversores.
- Voltaje de entrada y salida de los inversores.
- Estado de los inversores.
- Contadores de medición de datos.
- Datos de medición de las estaciones meteorológicas.

12.5.1. Comunicaciones de fibra óptica

La red de comunicaciones se instalará en las conducciones de cables de la subestación de los aerogeneradores. Dicha instalación estará compuesta por conductores de fibra óptica de plástico protegida contra la acción de los roedores.

12.5.2. Estación meteorológica

La instalación fotovoltaica estará equipada con una (1) estación meteorológica.

La estación meteorológica es un módulo de adquisición de medidas de parámetros meteorológicos (irradiancia, temperatura de panel, temperatura ambiente, velocidad de viento, etc.), deberá estar definida por los siguientes equipos:

- Piranómetro Horizontal e Inclinado para medir radiación global y global inclinada.
- Células calibradas con una inclinación igual a la de los módulos fotovoltaicos.
- Células calibradas horizontales.
- Sondas para medir Tª de dos módulos fotovoltaicos (PT100)

- Anemómetro.
- Termohigrómetro.
- Logger y comunicaciones.

En la estación meteorológica se instalarán adicionalmente dos células calibradas en el plano de los módulos. Una se mantendrá limpia y otra se limpiará con la periodicidad de la limpieza de la planta, con estas dos células se tendrá la medición.

Todos los medidores tendrán la precisión adecuada, cuyo error en ningún caso superará el ±3%. Todos los equipos deberán contar con los correspondientes certificados de calibración para la configuración en la que se encuentran instalados.

Ningún equipo se encontrará obstaculizado por cualquier elemento, poniendo especial atención a las sombras. No habrá elementos que produzcan sombras en ningún equipo en ningún momento del año.

La estación estará siempre conectada a la Red de SSAA para evitar pérdidas de datos por descarga de baterías. Usándose estas únicamente en los casos en los que haya caídas en la línea que pudieran interrumpir la recepción correcta y normal de los datos.

La comunicación será mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

12.5.3. Contador

Para la medición de la energía generada se instalará un contador electrónico trifásico bidireccional para medida en la parte de 30 kV del Centro de Seccionamiento. Se ajustará a la normativa metrológica vigente, al Reglamento de Puntos de Medida y a sus instrucciones técnicas complementarias.

El contador se conecta a los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida correspondiente, y siendo un punto de medida tipo 1 la clase de precisión deberá ser mínimo de 0,2S y 0,5 para la energía activa y reactiva respectivamente, según el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto. El contador dispondrá de puerto óptico local y puerto remoto serie. Dispone de un display que permite la visualización de todos los parámetros que registra el equipo. La configuración de la pantalla de visualización es fija y completa, ya que se pueden consultar todos los parámetros que registra el equipo. Algunos de los parámetros que se pueden visualizar son:

- Energía generada absoluta por tarifa.
- Energías generadas absolutas de meses anteriores.
- Tensión, corriente, factor de potencia por fases, etc.
- Potencia activa y reactiva.
- La comunicación será mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

12.5.4. Inversores

Incluyen un software de monitorización con versión también para Smartphone, para facilitar las tareas de mantenimiento, mediante la monitorización y registro de las variables de funcionamiento internas del inversor a través de Internet (alarmas, producción en tiempo real, etc.), además de los datos históricos de producción.

Dispone de dos puertos de comunicación (uno para monitoreo y uno para control de planta), que permite un control rápido y simultáneo de la planta.

12.5.5. Sistema de control de planta (PPC)

Se instalará una Unidad de Control Central, coordinadora del inversor de la planta y aerogeneradores, y grabación en tiempo real de todas las condiciones en la red (V, F, Q), la planta fotovoltaica y el parque eólico, con provisión de interfaces abiertas, protocolos estándar y conexión flexible de E/S externas para la grabación y transmisión de datos.

El sistema de control de la planta utilizará los equipos de comunicaciones (anillo de fibra óptica, convertidores Ethernet...), pero funcionará independientemente del SCADA de monitorización.

El controlador de energía de planta, a través de los inversores, gestionará todos los parámetros necesarios para garantizar una estabilidad permanente y sostenible de la red.

El Controlador de Planta permite al operador mantener los valores objetivo de la planta fotovoltaica y de la red. Debe garantizar que la planta se adapte a las exigencias de la red en cada fase de funcionamiento, y las consignas del Operador del Sistema.

La planta fotovoltaica tendrá capacidad para variar el suministro de energía reactiva, tanto por el día como por la noche, con valores constantes o dinámicos. El punto de medida de la instalación será Centro de Seccionamiento.

En ningún caso se sobrepasarán los 31,5 MW en el Punto de Interconexión (POI) concedida.

El sistema de control PPC se integrará en el sistema de control y supervisión para el pleno cumplimiento del código de red y los requisitos específicos del proyecto. Las funcionalidades del sistema se dividen en diversas capas de control que facilitan la modularidad y flexibilidad del sistema.

El proceso de control se basa en un control en lazo cerrado teniendo como Input principal la medida en el punto de interconexión y como Output las referencias de potencia activa y reactiva para controlar la producción de los inversores.

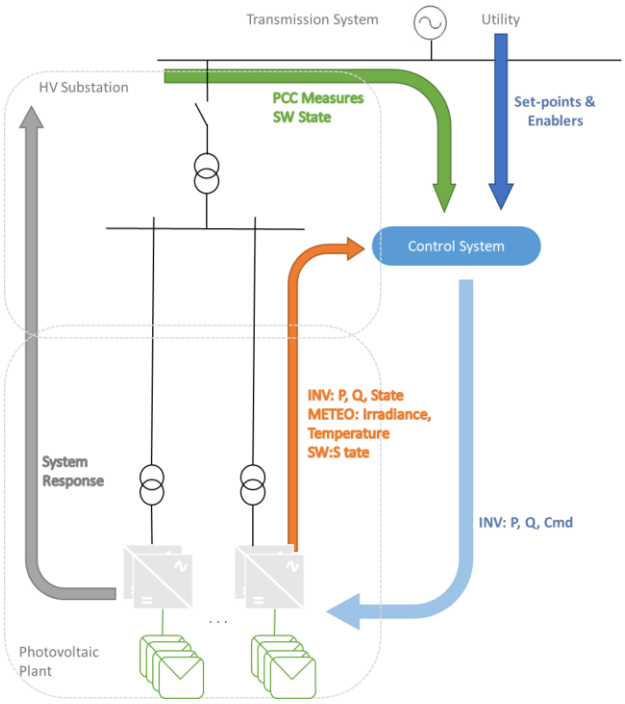


Ilustración 47. Detalle sistema de control

La capa principal del sistema de control es la que asegura el correcto cumplimiento del código de red acorde a la capabilidad del sistema según sus parámetros de diseño.

La limitación de la producción de potencia activa es la función principal del sistema de control. El sistema de control monitoriza en tiempo real la inyección de potencia en el punto de inyección a red y envía la consigna de producción máxima admisible a los inversores a través de la red de comunicaciones para asegurar que el sistema produce la máxima potencia disponible impidiendo que en ningún momento se sobrepase la máxima potencia permitida. Los inversores recibirán estas consignas de producción a través de su interfaz de comunicaciones y adaptarán su punto de máxima producción de potencia (MPPT), variando la inyección de corriente a la red.

La máxima potencia de inyección permitida será la potencia concedida en el punto de interconexión (POI), en este caso 31,5 MW, o bien una señal de limitación recibida de la Utility en caso de que se quiera reducir aún más la producción del parque.

Del mismo modo, las capas de control superiores como el Centro de Control de la Utility recopilarán información local, y utilizarán la red de comunicación de control y supervisión para gestionar las acciones de control remoto y enviar consignas al sistema local de acuerdo con variaciones de la red, variaciones de la demanda, etc. Otras funciones de control que podrán estar activas serán las siguientes:

- Limitación de gradiente de potencia
- Control Potencia-Frecuencia
- Regulación de tensión
- Control de referencia de potencia reactiva

- Control de referencia del factor de potencia

Aparte de las funciones principales de control en el punto de interconexión (POI), el sistema de control de la planta incluye capas de control inferiores aplicadas internamente. Estas capas de control inferiores reportarán información esencial sobre mediciones, estado y alarmas al sistema.

Las capas de control inferiores se aplican a:

- Control interno de inversores
- Sistema de posicionamiento de seguidores
- Funciones generales de seguridad

12.6. Protección contra incendios

Cada aerogenerador estará dotado de sistemas de detección y extinción de incendios, protegiendo el recinto contra los incendios de tipo eléctrico o químico, sobrecalentamiento, cortocircuitos, etc.

Tanto la torre como la góndola están equipadas con detectores de humo ópticos. En el caso de detectar humo, se envía una advertencia a través del sistema de control remoto.

Los detectores de humo son autocontrolados. Si el detector se daña, se envía una advertencia a través del sistema de control remoto.

La góndola está prevista con un extintor de fuego de 5 kg de CO_2. Para apagar pequeños incendios en la parte superior del aerogenerador se dispone de una manta de fuego.

La ubicación del extintor y las instrucciones de uso serán confirmadas antes de la puesta en marcha del aerogenerador.

12.7. Suministro de equipos

Previo al montaje electromecánico de la Planta se realizará la recepción, acopio y almacenamiento de materiales en el lugar destinado a tal efecto. Todos los materiales para el montaje de la estructura solar, así como los módulos FV, cuadros eléctricos y otras piezas de pequeño tamaño se entregarán en obra debidamente paletizados. La descarga desde el camión hasta la zona de acopios se realizará mediante el uso de grúas pluma. El suministro de equipos incluye la recepción, acopio y reparto de los materiales de construcción.

12.8. Montaje mecánico

12.8.1. Montaje de seguidores y módulos

El seguidor solar horizontal está formado por un conjunto de perfiles metálicos unidos entre sí. La estructura principal es un perfil tubular apoyado sobre postes. Éstos se instalarán por medio de hincado directo al terreno siempre que sea posible, a una profundad de hincado mínima según se determine en el Pull-Out Test que deberá realizarse previo a la construcción de acuerdo al estudio geotécnico. En aquellos casos en los que el hincado directo no sea posible, se utilizará el método de pre-drilling para la instalación de las hincas de los seguidores, y si tampoco fuera posible, se utilizarán micropilotes o zapatas de hormigón aisladas.

El perfil tubular se acopla mediante un brazo pivotante a una biela accionada por un actuador electromecánico, el cual hace girar la estructura de forma automatizada.

El montaje de la estructura concluye con la fijación de los módulos fotovoltaicos y las cajas de seccionamiento a los perfiles metálicos mediante uniones atornilladas.

12.8.2. Montaje de Estación de Potencia

La Estación de Potencia tan solo necesitará la adecuación del terreno donde se instalará y su correcto posicionamiento en el campo solar mediante una losa de cimentación.

12.9. Montaje eléctrico

12.9.1. Baja tensión (BT)

La instalación eléctrica de baja tensión se puede dividir a su vez en:

- Instalación de corriente continua en baja tensión (CCBT)
- Instalación de corriente alterna en baja tensión (CABT).

La instalación CCBT comprende la disposición de todo el cableado de string CC en el campo fotovoltaico.

En primer lugar, se procederá a la formación de los strings de módulos FV interconectando entre sí los módulos FV contiguos de un seguidor hasta completar el número necesario para cada serie. Esta operación se repetirá sucesivamente para todos los strings de la Planta.

La instalación CCBT se completa mediante la conexión eléctrica entre los strings y las cajas combinadoras de string, que son armarios eléctricos de intemperie destinados a conectar en paralelo varios strings y permitir la desconexión de una parte del generador FV en caso de fallo o para realizar labores de mantenimiento; y por otro lado entre éstas y los inversores, los cuales estarán ubicados en los lugares destinados

para el efecto. Dicha conexión se realiza mediante el tendido de cable aislado por canalizaciones subterráneas previamente ejecutadas.

La instalación CABT comprende la alimentación de los seguidores y resto de equipos auxiliares: se deberán interconectar los armarios de control de los seguidores y los armarios de cada equipo auxiliar con el cuadro de baja tensión, instalado en los Centros de Transformación y conectados a los transformadores de auxiliares.

12.9.2. Media tensión (MT)

Los trabajos y elementos necesarios para la ejecución de la línea subterránea de Media Tensión son los descritos en los siguientes apartados:

12.9.2.1. Disposición del Montaje

Los cables se agruparán en tresbolillo, siguiendo el esquema de colocación de fases siguiente:



Ilustración 48. Colocación de cables en tresbolillo

Los conductores se instalarán directamente enterrados, exceptuando en aquellas zonas donde se produzcan cruzamientos con diferentes afecciones (carreteras, caminos públicos, cauces…), donde se instalarán enterrados bajo tubo.

12.9.2.2. Accesorios

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión se realizarán siguiendo el Manual Técnico correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Terminaciones

Las terminaciones serán adecuadas al tipo de conductor empleado en cada caso. Existen dos tipos de terminaciones para las líneas de Media Tensión:

Terminaciones convencionales contráctiles en frío, tanto de exterior como de interior: se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento al aire o en las conversiones aéreo-subterráneas. Estas terminaciones serán acordes a las normas UNE 211027, UNE HD 629-1 y UNE EN 61442.

Conectores separables: se utilizarán para instalaciones con celdas de corte y aislamiento en SF6. Serán acordes a las normas UNE-HD 629-1 y UNE-EN 61442.

Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio. En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442.

12.9.2.3. Sistema de Puesta a Tierra

Puesta a Tierra de las Pantallas Metálicas

Se conectarán a tierra las pantallas de todas las fases en cada uno de los extremos y en los empalmes intermedios. Esto garantiza que no existan grandes tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.



Ilustración 49.Puesta a tierra de cubiertas metálicas

No será necesario realizar trasposición de fases dado que las ternas se montarán en formación tresbolillo.

12.9.2.4. Derivaciones

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

12.9.2.5. Ensayos Eléctricos después de la Instalación

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente.

12.9.2.6. Canalización

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del cable se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de M.T. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Y, por último, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.

12.9.2.7. Arquetas

En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

La colocación de arquetas se realizará a ambos lados de los cruces de caminos y en los giros del trazado.

12.9.2.8. Medidas de Señalización y Seguridad

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Código de la Circulación, etc.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas y balizadas, tanto frontal como longitudinalmente (chapas, tableros, valla, luces, etc.). La obligación de señalizar alcanzará, no sólo a la propia obra, sino aquellos lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.

13. Descripción de la línea de interconexión parque eólico

13.1. Información General

Como parte de las infraestructuras eléctricas del Parque Eólico, se dispondrá de una línea subterránea de media tensión en 30 kV que conecta los aerogeneradores entre sí y con el centro de seccionamiento.

A continuación, se describe la información general de la línea de evacuación:

Línea MT	Desde	Hasta	Longitud (m)	S (kVA)	V (kV)
1	WTG-07	WTG-06	897,32	4.500	30
	WTG-03	CS	2.116,21	13.500	30
2	WTG-01	WTG-02	521,03	4.500	30
	WTG-02	CS	1.873,39	9.000	30
3	WTG-04	WTG-05	593,88	4.500	30

	WTG-05	CS	311,07	9.000	30

Tabla 25. Información línea de evacuación

13.2. Situación y emplazamiento

A continuación, se indican las coordenadas UTM (HUSO 29) del inicio y fin de cada línea de evacuación:

Línea	Coordenadas	Inicio de Línea	Fin de Línea
VTG-07 a WTG-06	X	745.445	745.092
	Y	4.062.539	4.063.164
VTG-03 a CS	X	744.083	742.898
	Y	4.065.644	4.066.391
VTG-01 a WTG-02	X	744.392	744.446
	Y	4.066.561	4.066.043
VTG-02 a CS	X	744.446	742.898
	Y	4.066.043	4.066.391
VTG-04 a WTG-05	X	743.039	742.684
	Y	4.066.633	4.066.256
VTG-05 a CS	X	742.684	742.898
	Y	4.066.256	4.066.391

Tabla 26. Localización línea de evacuación

A continuación, se muestra una imagen con la localización de la LSMT de Evacuación.

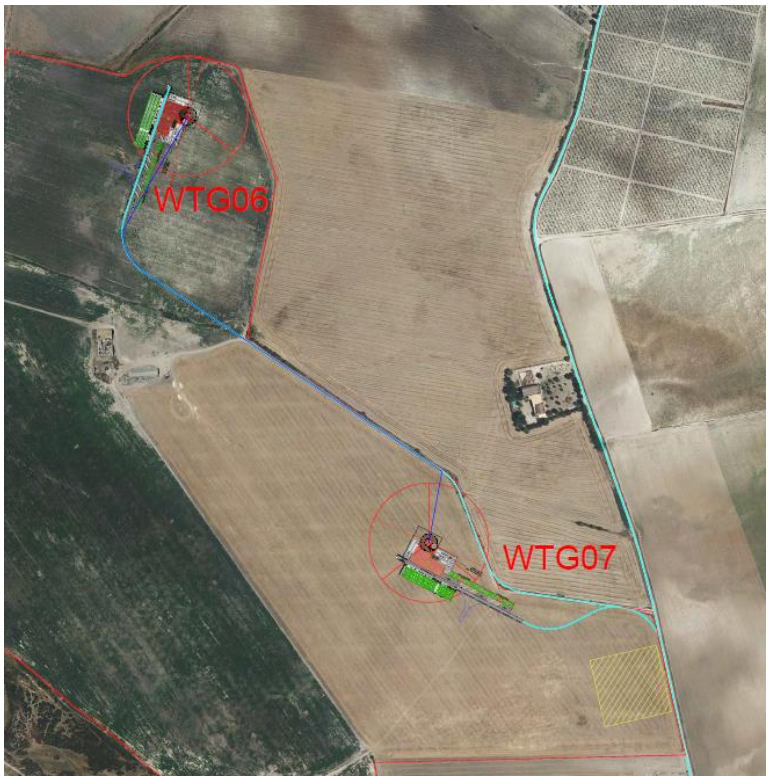


Ilustración 50. Localización línea de evacuación (1/2)



Ilustración 51. Localización línea de evacuación (2/2)

13.3. Trazado

El conjunto de parcelas afectadas por el trazado de la se muestra en la siguiente tabla:

Municipio	Polígono	Parcela	Referencia catastral
El Puerto de Santa María	19	11	11027A01900011
El Puerto de Santa María	4	2	11027A00400002
El Puerto de Santa María	2	16	11027A00200016
El Puerto de Santa María	2	9001	11027A00209001
El Puerto de Santa María	1	12	53020A00100012
Jerez de la Frontera	96	2	53020A09600002
Jerez de la Frontera	1	8	53020A00100008
Jerez de la Frontera	96	90	53020A09600090
Jerez de la Frontera	96	9005	53020A09609005
Jerez de la Frontera	1	12	53020A00100012

Tabla 27. Parcelas afectadas línea de evacuación

13.4. Características de la línea subterránea de media tensión

13.4.1. Características del conductor

El conductor a utilizar será del tipo RHZ1 18/30 kV TopCable o similar, con las siguientes características:

Características Conductor	
Tipo Constructivo	Unipolar
Conductor	Aluminio, semirígido clase 2 según UNE-EN 60228
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE), en catenaria de atmósfera seca, mediante proceso de triple extrusión.
Nivel de Aislamiento Uo/U (Um)	12/20 kV
Semiconductora Externa	Material semiconductor aplicado sobre el aislamiento. Pelable
Pantalla Metálica	Corona de alambres de cobre y contraespira de cobre, con una sección mínima de 16 mm2.
Temperatura Máx.Admisible en el Conductor en Servicio Permanente	90ºC
Temperatura Máx.Admisible en el Conductor en Régimen De Cc	250ºC
Sección	300 mm^2
Peso aproximado	2.759 kg/km
Diámetro nominal aislamiento	37,70 mm
Diámetro nomina exterior	52,80 mm
Resistencia eléctrica a 20 ºC	0,119 Ω/km
Intensidad máxima admisible directamente enterrado	390 A
Radio de curvatura	0,792 m

Tabla 28. Características del conductor

13.4.2. Disposición de montaje

Los cables se agruparán en tresbolillo, en ternas dispuestas en un nivel, siguiendo el esquema de colocación de fases siguiente:



Ilustración 52. Colocación de cables en tresbolillo

La instalación de los conductores a lo largo de todo el trazado se llevará a cabo bajo tubo enterrado.

13.4.3. Accesorios

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión se realizarán siguiendo el Manual Técnico correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

13.4.4. Terminaciones

Las terminaciones serán adecuadas al tipo de conductor empleado en cada caso. Existen dos tipos de terminaciones para las líneas de Media Tensión:

1 Terminaciones convencionales contráctiles en frío, tanto de exterior como de interior: se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento al aire o en las conversiones aéreo-subterráneas. Estas terminaciones serán acordes a las normas UNE 211027, UNE HD 629-1 y UNE EN 61442.

Conectores separables: se utilizarán para instalaciones con celdas de corte y aislamiento en SF6. Serán acordes a las normas UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442

13.4.5. Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio. En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442.

13.4.6. Cable de comunicación

La zanja de la línea subterránea de evacuación cuenta con un cable de Fibra Óptica para la comunicación entre el Parque Eólico y la Subestación destino de E – Distribución.

Las características de este cable de comunicación serán:

- Tipo: PKP Cable Holgado Multitubo
- Nº Fibras: 48
- Fibras por Tubos: 12
- Total de Tubos: 4
- Tubos Activos: 4

- Cubierta Interior: Polietileno-Negro
- Elementos de Tracción: Hilaturas de Aramida
- Cubierta Exterior: Polietileno-Negro
- Peso (Kg/Km): 113
- Diámetro Exterior (mm): 12,6
- Máxima Tracción (N): 1000 (Operación) / 1800 (Instalación)
- Aplastamiento (N/100mm): 2500 (IEC 60794-1-21 E3)
- Rango Temperaturas: -40ºC a +70ºC (IEC 60794-1-22 F1)
- Radio Curvatura Mín. (mm): 20 x Diámetro Exterior (IEC 60794-1-21 E11)

13.4.7. Sistema de puesta a tierra

Se conectarán a tierra las pantallas de todas las fases en cada uno de los extremos y en los empalmes intermedios. Esto garantiza que no existan grandes tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.



Ilustración 53. Puesta a tierra cubiertas metálicas

No será necesario realizar trasposición de fases dado que las ternas se montarán en tresbolillo.

13.4.8. Derivaciones

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

13.4.9. Ensayos eléctricos después de la instalación

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente.

13.4.10. Canalización

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del tubo se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de A.T. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Y, por último, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.

13.4.11. Arquetas

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección, en los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Se colocarán arquetas, como máximo, cada 200 m, adicionalmente se instalarán en aquellas partes del trazado de la línea que presenten giros pronunciados, y antes y después de cruzamientos con afecciones.

La información relativa al número total de arquetas consideradas se encuentra referida en el plano correspondiente del trazado de la línea subterránea.

13.5. Distancias reglamentarias a afecciones LSMT

13.5.1. Cruzamientos

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 06 y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

13.5.1.1. Calles, caminos y carreteras

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

13.5.1.2. Ferrocarriles

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas, perpendiculares a la vía siempre que sea posible. La parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 metros respecto de la cara inferior de la traviesa. Dichas canalizaciones entubadas rebasarán las vías férreas en 1,5 metros por cada extremo.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan cruzamientos con caminos y carreteras.

13.5.1.3. Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de 30 kV y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

13.5.1.4. Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,2 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 metro. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

13.5.1.5. Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 metros. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una

distancia superior a 1 metro del cruce. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

13.5.1.6. Canalizaciones de gas

En los cruces de líneas subterráneas de Alta Tensión con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 3 de la ITC - LAT 06. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla 3. Esta protección suplementaria, a colocar entre servicios, estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

Ilustración 54. Distancias en cruzamientos con canalizaciones de gas (Tabla 3 ITC-LAT 06)

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 metros a ambos lados del cruce y 0,30 metros de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.

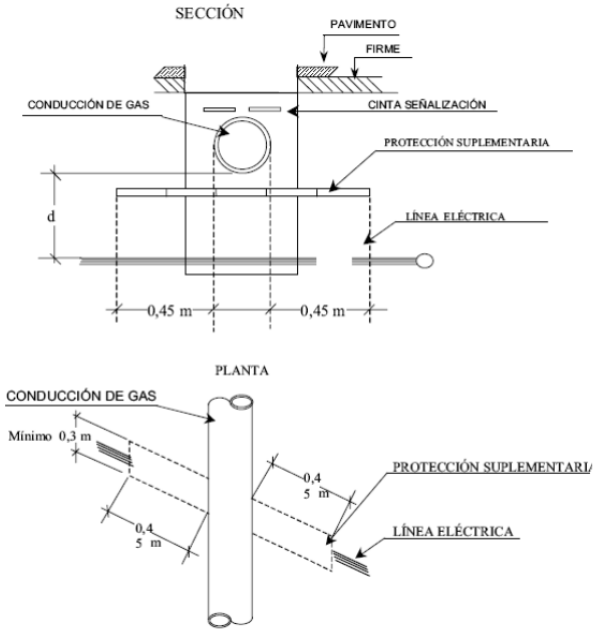


Ilustración 55. Detalles de cruzamiento y conducciones (ITC-LAT 06)

En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, no siendo de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

13.5.2. Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 06 y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

13.5.2.1. Otros cables de energía eléctrica

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia, pero los mantendrá separados entre sí con cualquiera de las protecciones citadas anteriormente.

13.5.2.2. Cables de telecomunicación

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

13.5.2.3. Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 metros. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 metro. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 metros en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 metro respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

13.5.2.4. Canalizaciones de gas

En los paralelismos de líneas subterráneas de Alta Tensión con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 4 de la ITC-LAT 06. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en dicha tabla 4. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presion ≤ 4 bar	0,25 m	0,15 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presion ≤ 4 bar	0,20 m	0,10 m

* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

Ilustración 56. Distancias en paralelismos con canalizaciones de gas (Tabla 4 ITC-LAT 06)

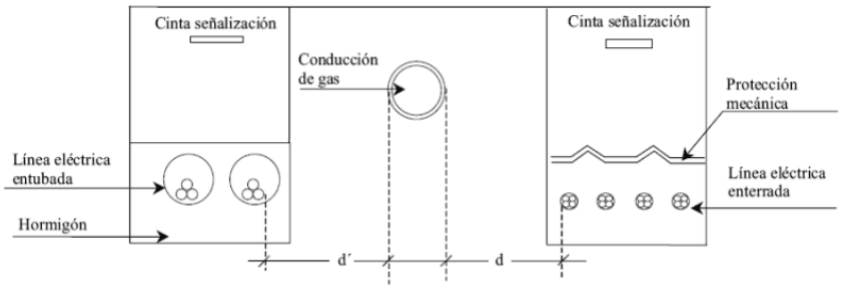


Ilustración 57. Detalles de paralelismo y conducciones (ITC-LAT 06)

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 metro.

13.5.2.5. Acometidas (conexiones de servicio)

En el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de Baja Tensión como de Alta Tensión en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad perfecta.

14. Subestación Elevadora 66/30 kV

14.1. Situación

La Subestación Elevadora se ubica en el polígono 6– parcela 143 del término municipal de Sanlúcar de Barrameda (Cádiz), y su fin es la transformación y evacuación de la energía generada en la planta fotovoltaica Los Morales y en el parque eólico Los Morales.



Ilustración 58. Situación SET Elevadora 66/30 kV

Las coordenadas UTM – Huso 29 donde se localizará la Subestación Elevadora son la siguientes:

Coordenadas UTM Huso 29	
X	740.591
Y	4.070.954

Tabla 29. Coordenadas SET Elevadora 66/30 kV

Los datos de la parcela catastral en la que se ubicará la Subestación son los siguientes:

Municipio	Polígono	Parcela	Referencia catastral	Superficie (m^2)
Sanlúcar de Barrameda	6	143	11032A006001430000XT	471.093

Tabla 30. Datos catastrales

La superficie catastral total de la parcela es 471.093,00 m^2, cuya superficie ocupada por la Subestación Elevadora es de 945 m^2.

Desde la posición de línea de la Subestación Elevadora partirá una línea aérea de alta tensión en 66 kV para evacuar la energía hasta el nudo de la Ampliación SET Sanlúcar de Barrameda 66 kV, propiedad de Endesa Distribución.

En los planos *nº 1.1 Situación* y *nº 1.2 Emplazamiento*, se puede observar con más detalle el emplazamiento de la SET Elevadora.

14.2. Acceso

El acceso a la Subestación Elevadora se realiza por el norte de la parcela, accediendo a través del Camino de Casa R.Asiento (polígono 6 – parcela 9005). Se dispondrá de un acceso tal y como se aprecia en la siguiente figura.

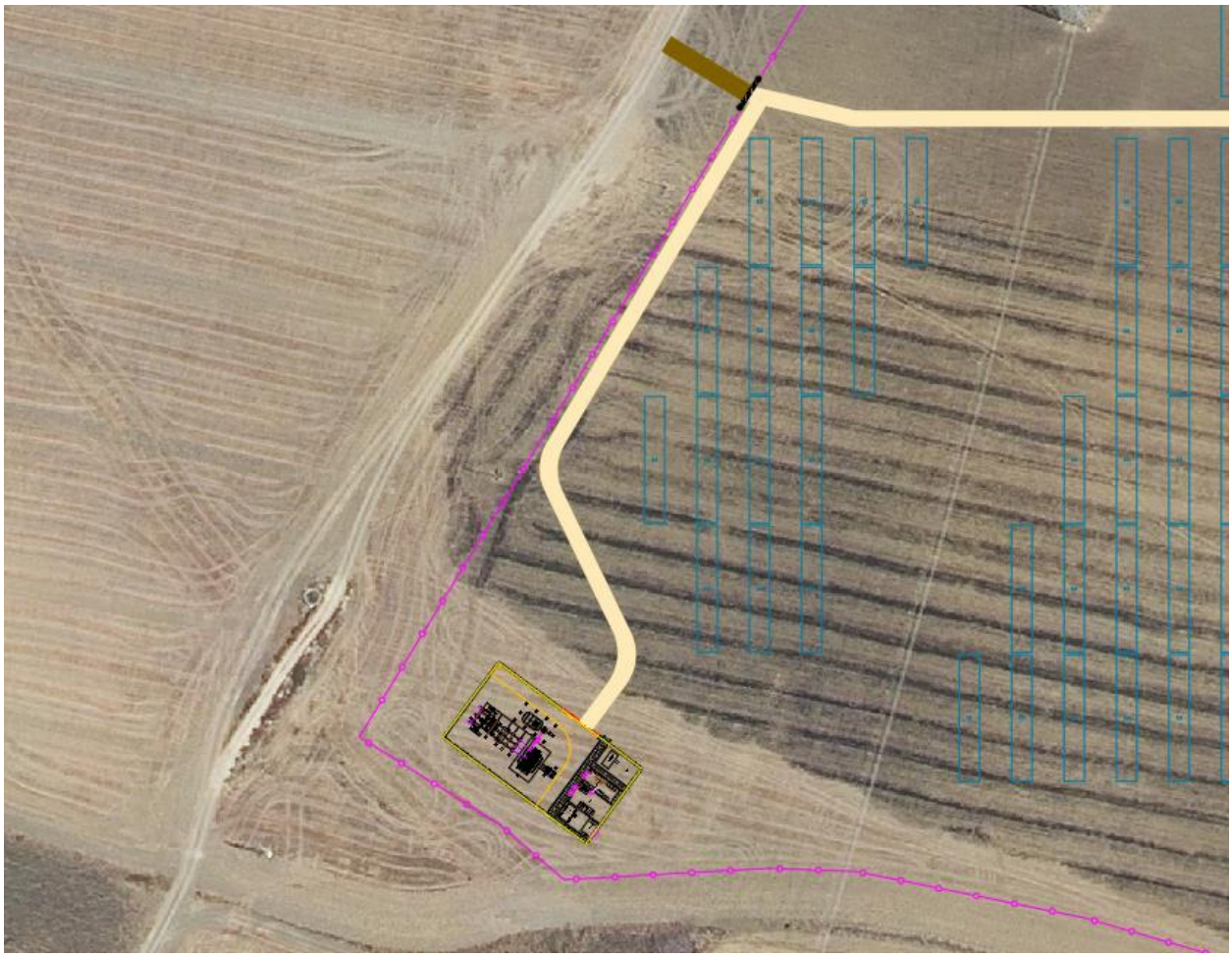


Ilustración 59. Acceso SET Elevadora

Las coordenadas UTM – Huso 29 donde se localizará el acceso de la Subestación Elevadora son la siguientes:

Coordenadas UTM Huso 29	
X	740.640
Y	4.071.111

Tabla 31. Coordenadas acceso SET Elevadora 66/30 kV

14.3. Afecciones

14.3.1. Hidrografía

A continuación, se muestra una imagen donde se representa la hidrografía del lugar de localización de la subestación:

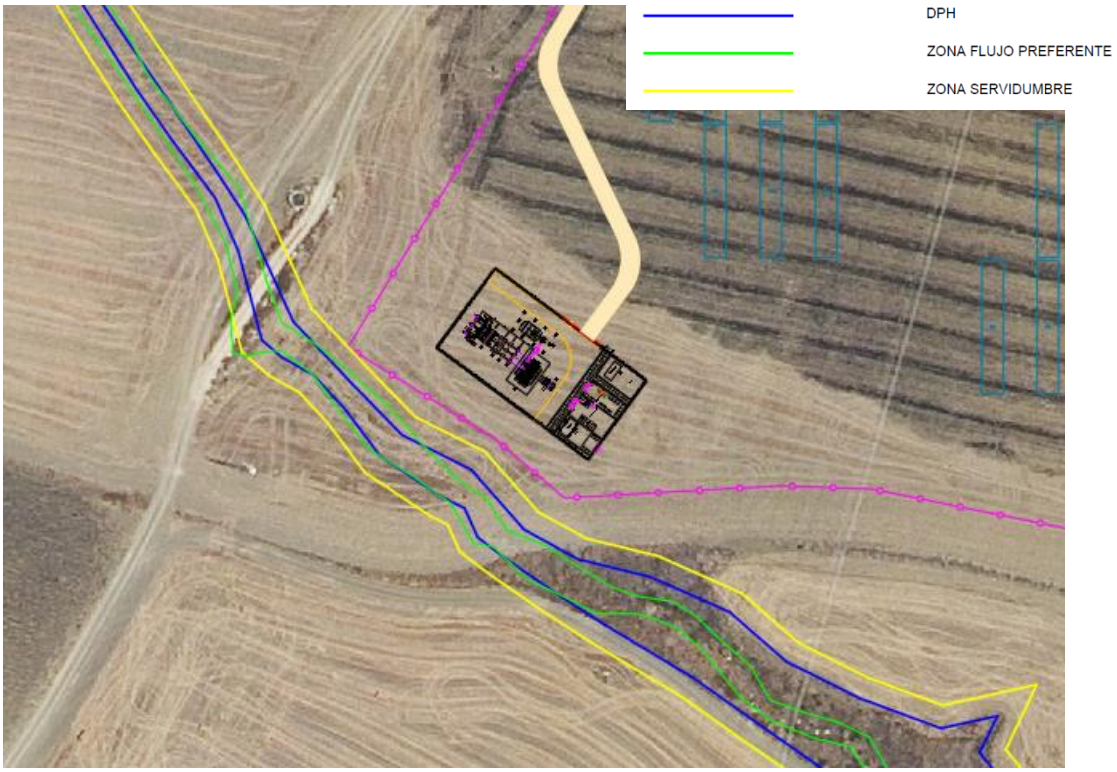


Ilustración 60. Hidrografía

14.3.2. Líneas eléctricas

A continuación, se muestra una imagen donde se representan las líneas eléctricas del lugar de localización de la subestación:



Ilustración 61. Líneas eléctricas

14.4. Datos generales

Las instalaciones consistirán en una subestación elevadora en 66 kV y cabinas blindadas en 30 kV. Las obras e instalaciones contemplarán:

- Obra Civil
- Ingeniería Electromecánica
- Edificios Civiles y Salas Eléctricas
- Ingeniería de Control y Protección
- Ingeniería de Comunicaciones y SCADA

En la siguiente tabla se recogen las características generales de la Subestación Elevadora:

Características generales de la Subestación		
Nombre SET	SET Elevadora Los Morales	
Tipo de subestación	Elevadora	
Tipo de acometida	Aérea	
Niveles de Tensión (kV)	66/30	
Área ocupación subestación (m^2)	945	
Tipo de Edificio de Control	Construcción in situ	
Equipos e Instalaciones de la Subestación	Iluminación Exterior	
	Parking	
	Aparellaje Alta Tensión Intemperie	
	Celdas Media Tensión Tipo GIS	
	Previsión para Banco de Condensadores	
	Transformador de SS.AA.	
	Generador Diésel	
	Vallado perimetral	
	Control de accesos	
	Sistema de Seguridad	
	Sistema de Protección contra Incendios	
	Cuadros de SS.AA.	
	Sistema de Control y Comunicaciones	
	Cuadro de CCTV	
	Cuadro de Iluminación	
	Aire acondicionado	
Posiciones nivel de tensión 66 kV	Posición de transformador	1

Características generales de la Subestación		
	Posición de entrada	1
	Posición de salida	1
Posiciones nivel de tensión 30 kV	Posición de transformador	1
	Posición de celdas de MT	3
Posiciones embarrado Media Tensión	Acometida	1
	Salida de línea	1
	Salida de SSAA	1
	Salida STATCOM	1
	Medida tensión barras	1

Tabla 32. Características generales SET Elevadora

El aparellaje estará soportado mediante estructuras metálicas de acero galvanizado en caliente, anclada sobre cimentaciones monolíticas de realizadas en hormigón.

Los transformadores de potencia que dispone la subestación se instalarán sobre bancada provista de carriles o vías para permitir su desplazamiento; cercano a su base, se dispondrá de un foso para la recogida de aceite estanco, según el RD 337/2014.

El parque de intemperie se proyecta mediante una red de canales subterráneas prefabricados de hormigón, reforzada en pasos bajo vial, para la conducción interna del cableado hasta el edifico de control.

A continuación, se muestra la implantación de la subestación:

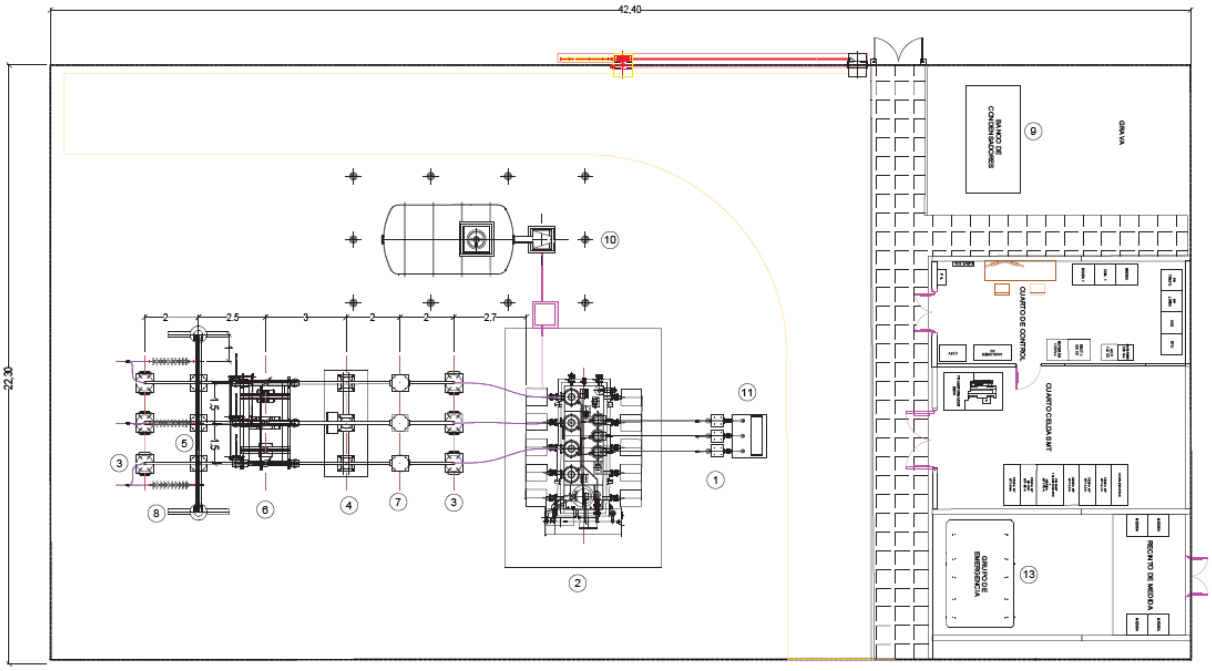


Ilustración 62. Planta SET Elevadora 66/30 kV

Ilustración 63. Alzado SET Elevadora 66/30 kV

14.5. Parque 66 kV

Las características generales y específicas de los equipos que conforman las posiciones de 66 kV se describen en la siguiente tabla:

Características del Sistema 66 kV	
Tensión nominal (kV)	66

Tensión más elevada del material, Um (kV)	72,5
Tensión soportada a frecuencia industrial (kV)	140
Tensión soportada a rayo	325
Conexión del neutro	Rígido a tierra
Distancia mínima de fuga (mm/kV)	31
Intensidad nominal de equipos (A)	1.000
Intensidad máxima de defecto trifásico (kA)	31,50
Duración del defecto trifásico (s)	1

Tabla 33. Características del sistema 66 kV

14.5.1. Transformador de potencia

Se instalará un (1) transformador de potencia, cuyas características principales son las siguientes:

Características Transformador		
Tipo	Transformador en baño de aceite	
Número de fases	3	
Conductor	Cu	
Refrigeración	ONAN/ONAF	
Relación de transformación (kV)	66±10x1,5% / 30	
Potencia (MVA)	32/35	
Grupo de conexión	YNd11	
Cambiador de tomas	Regulación automática en carga	
Tensión primario (kV)	66	
Tensión secundario (kV)	30	
Intensidad primario (A)	275,55	
Intensidad secundario (A)	606,22	
Capacidad de cortocircuito (kA)	Primario	31,50
	Secundario	25
Tensión de cortocircuito (%)	12,5	

Tabla 34. Características del transformador de potencia

El transformador dispondrá de las siguientes protecciones:

- Buchholz del transformador
- Analizador de Gases disueltos
- Imagen térmica del primario
- Imagen térmica del secundario
- Termómetro de contactos
- Nivel magnético

Asimismo, irá equipado con los siguientes accesorios:

- Depósito de expansión, con indicador visual de nivel, tapones de llenado, válvulas de vaciado y desecador de aire con carga de silicagel.

- Válvulas para vaciado y filtrado. Dispositivo toma de muestras.
- Caja de bornas finales.
- Bornas para conexión a tierra de la cuba.
- Radiadores desmontables con válvulas de independización y tapones para purga y vaciado.
- Anillas para desencubado y arrastre.
- Ganchos para elevación del transformador completo.
- Soportes para elevar por medio de gatos.

14.5.2. Conductores

Las características del conductor empleado para la interconexión entre equipos son las que se indican a continuación:

Características Conductor	
Denominación	242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)
Material	Aluminio-Acero
Composición (mm)	26x3,44 + 7x2,68
Sección de aluminio (mm^2)	241,6
Sección de acero (mm^2)	39,5
Sección total (mm^2)	281,1
Diámetro de conductor (mm)	21,80
Masa lineal (kg/km)	976,2
Carga de rotura (kN)	84,89
Resistencia en c.c. 20ºC (Ω/km)	0,1195
Módulo de elasticidad (daN/mm^2)	7.300
Coeficiente de dilatación lineal ($ºC^{-1}$)	$18,9 \times 10^{-6}$
Intensidad admisible (A)	635

Tabla 35. Características del conductor

14.5.3. Interruptor automático

Se emplearán interruptores automáticos tripolares de las siguientes características:

Características Interruptor 66 kV	
Nº de polos	3
Instalación	Intemperie
Intensidad nominal (A)	1.000
Poder de corte nominal (kA)	31,50
Duración nominal c.c. (s)	1
Secuencia de maniobra nominal	0 – 0,3 s - CO - 1 min - CO
Medio de extinción	SF6
Mando tipo	3x Resorte

Tabla 36. Características Interruptor

El mando será eléctrico de acumulación de energía a resorte, que se rearmará con un motor accionado en corriente continua.

Las bobinas de cierre y disparo se podrán accionar localmente o de manera remota. Dispondrá del suficiente número de contactos auxiliares necesarios para la señalización y enclavamientos.

El mando estará alojado en un armario estanco, provisto de resistencia de calefacción para evitar condensaciones.

El interruptor debe constar de dos bobinas de disparo y bobina de mínima tensión.

14.5.4. Seccionador

Los seccionadores tendrán las siguientes características:

Características Seccionador 66 kV	
Nº de polos	3
Instalación	Intemperie
Nº de columnas por polo	3
Apertura	Horizontal
Intensidad nominal (A)	1.000
Intensidad admisible corta duración (kA)	31,50
Accionamiento cuchillas principales	1 x motorizado
Accionamiento cuchillas secundarias	1 x motorizado

Tabla 37. Características del seccionador 66 kV

Se trata de un seccionador tripolar de tres columnas, con la central giratoria y apertura doble lateral.

Para el accionamiento de los tres polos se dispone de un motor eléctrico. Se instalará una caja de mando que contendrá los elementos de protección y accionamiento del motor, así como los pulsadores de cierre y apertura, selector local-remoto, lámparas de señalización y contador de maniobras.

El seccionador se puede accionar también manualmente mediante manivela.

Los seccionadores disponen de cuchillas de puesta a tierra. El accionamiento de las cuchillas de puesta a tierra se puede realizar por motor eléctrico o bien manualmente, para ello tendrá una caja de mando local.

14.5.5. Transformadores de tensión inductivos

Las características principales de los transformadores de tensión inductivos serán las siguientes:

Características Transformador de Tensión Inductivo 66 kV	
Instalación	Intemperie
Nº de núcleos	4

Relación de Transformación (kV)	66:√3 / 0,11:√3-0,11:√3-0,11:√3-0,11:3
Factor de tensión	1,5 Un 30s
Factor de tensión en servicio continuo	1,2 Un

Tabla 38. Características transformador de tensión

14.5.6. Transformador de intensidad

Las características principales de los transformadores de intensidad serán las siguientes:

Características Transformador de Intensidad 66 kV	
Instalación	Intemperie
Nº de núcleos	5
Relación de Transformación	400-800 / 5-5-5-5-5 A
Sobreintensidad admisible en permanencia	1,2 In primaria

Tabla 39. Características transformador de intensidad

14.5.7. Autoválvulas 66 kV

Las características principales de las autoválvulas serán las siguientes:

Características Autoválvulas 66 kV	
Tipo	Óxido de Zinc
Conexión	Fase-Tierra
Contador de descargas	Sí
Tensión más elevada de la red (Um)	72,5 kV
Tensión asignada (Ur)	60 kV
Tensión funcionamiento continuo (Uc)	46 kV
Intensidad nominal de descarga	10 kA

Tabla 40. Características autoválvulas 66 kV

Las autoválvulas están constituidas por tres unidades herméticas selladas que contienen los bloques de resistencias de óxido de zinc

14.6. Parque 30 kV

Las características generales y específicas de los equipos que conforman la posición de 30 kV se describen en la siguiente tabla:

Características del Sistema 30 kV	
Tensión nominal (kV)	30
Tensión más elevada del material, Um (kV)	36
Tensión soportada a frecuencia industrial (kV)	70
Tensión soportada a rayo	170
Conexión del neutro	Reactancia de puesta a

Características del Sistema 30 kV	
	tierra (Zig-Zag)
Distancia mínima de fuga (mm/kV)	31
Intensidad nominal de barra (A)	630
Intensidad máxima de defecto trifásico (kA)	25
Duración del defecto trifásico (s)	1

Tabla 41. Características del sistema de 30 kV

14.6.1. Embarrado

El embarrado de Media Tensión para la conexión con el transformador será a partir de conducciones tubulares de las siguientes características:

Características Embarrado 30 kV	
Diámetro exterior (mm)	80
Diámetro interior (mm)	70
Sección total del conductor (mm^2)	1.180
Peso propio (kg/m)	3,181
Momento de incercia (cm^4)	83,20
Momento resistente (cm^3)	20,80
Intensidad admisible (A)	1.890

Tabla 42. Características embarrado 30 kV

14.6.2. Celdas de 30 kV

El equipo blindado en SF6 estará compartimentado adecuadamente para evitar que un arco interno en uno de los compartimentos pueda extenderse a los demás. El mismo razonamiento será aplicado para una eventual fuga de gas, que solo deberá afectar al compartimento en cuestión y no a los demás.

Cada compartimento dispondrá de elementos de llenado y vaciado, y de un sistema de vigilancia de presión de gas.

La forma constructiva del equipo deberá permitir su futura ampliación manteniendo uno de los dos juegos de barras en servicio.

Todos los materiales de construcción y características idénticas susceptibles de sustitución deberán ser intercambiables.



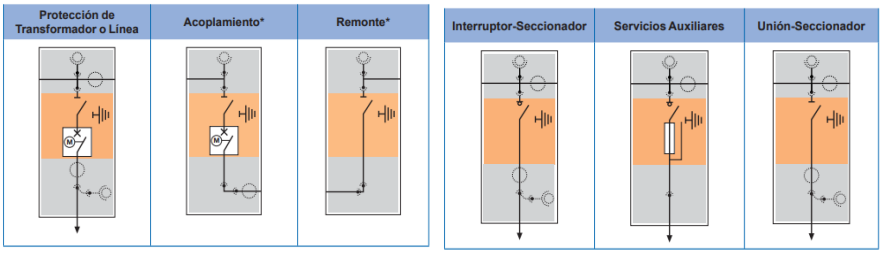


Ilustración 64. Envolvente de celdas

La envolvente deberá ser metálica, magnética, y deberá presentar una rigidez mecánica tal que asegure el perfecto funcionamiento de todas las partes móviles situadas en su interior.

La envolvente deberá soportar el vacío en el proceso de llenado de gas. Todas las superficies exteriores de la envolvente deberán estar protegidas contra los agentes externos, de forma que se garantice una eficaz protección anticorrosiva.

Toda la tornillería, los resortes y elementos auxiliares serán de materiales no oxidables, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 37507.

Los elementos metálicos en contacto entre sí, deberán ser de naturaleza tal que no se produzca corrosión, debido al par galvánico que pueda aparecer en presencia de humedad.

Las características principales de las celdas de MT son las siguientes:

Características Celdas 30 kV	
Aislamiento	GIS (SF6)
Intensidad nominal (A)	Celda Transformador: 1000
	Celda Línea: 630
	Celda Transformador SS.AA.: 200
	Celda STATCOM: 400
Intensidad admisible corta duración (kA)	25
Transformador de Intensidad (C. Transformador)	1000-2000/5-5-5 A 15 VA cl. 5P20; 15 VA cl. 5P20; 10VA cl. 0.5
Transformador de Intensidad (C. Línea)	600-1200/5-5-5 A 15 VA cl. 5P20; 15 VA cl. 0.5; 10VA cl. 0.5
Transformador de Intensidad (C. Trafo SS.AA.)	20/5-5 A 5 VA cl. 5P20; 5 VA cl. 0.5
Transformador de Tensión (C. Medida)	30:√3 / 0,11:√3-0,11:√3-0,11:√3 kV 10 VA cl. 0.5; 15 VA cl. 0.5-3P; 15 VA cl. 0.5-3P

Tabla 43. Características celdas 30 kV

14.6.3. Reactancia de puesta a tierra

Las características principales de la reactancia de puesta a tierra serán las siguientes:

Características Reactancia de Puesta a tierra 30 kV	
Grupo de Conexión	Zig-Zag
Intensidad de defecto a tierra por el neutro (A)	1.000
Duración de defecto a tierra por el neutro (s)	30
Tensión de ensayo a 50 Hz (kV)	50
Tensión prueba con onda de choque 1,2/50s (kV)	125

Tabla 44. Características Reactancia de Puesta a tierra 30 kV

14.6.4. Seccionador de Reactancia de Puesta a Tierra

Las características principales del seccionador de reactancia de puesta a tierra serán las siguientes:

Características Seccionador Reactancia de Puesta a tierra 30 kV	
Nº de polos	3
Instalación	Intemperie
Intensidad nominal (A)	630
Intensidad admisible corta duración (kA)	25
Tipo de Seccionador	Rotativo de tres columnas

Tabla 45. Características seccionador reactancia de puesta a tierra

14.6.5. Autoválvulas 30 kV

Las características principales de los pararrayos autovalvulares serán las siguientes:

Características autoválvulas 30 kV	
Tipo	Óxido de Zinc
Conexión	Fase-Tierra
Contador de descargas	No
Tensión más elevada de la red (Um)	36 kV
Tensión asignada (Ur)	30 kV
Tensión funcionamiento continuo (Uc)	26,4 kV
Intensidad nominal de descarga	10 kA

Tabla 46. Características autoválvulas 30 kV

Las autoválvulas están constituidas por tres unidades herméticas selladas que contienen los bloques de resistencias de óxido de zinc.

14.7. Sistema de medida

El sistema de medida en la Subestación Elevadora se realizará teniendo en cuenta las especificaciones establecidas por la normativa vigente.

En primer lugar, el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, establece en el Artículo 7 los distintos tipos de puntos de medida y fronteras, clasificados del 1 al 5, en función de la potencia o energía de interconexión, según el tipo de instalación conectada.

El Artículo 8 de este Real Decreto, establece que los contadores estáticos de medida deberán recibir autorización para su uso e instalación, basada en el cumplimiento de la norma UNE-EN 62053-22, para la medida de energía activa, y de la norma UNE-EN 62053-23, para la medida de energía reactiva. Adicionalmente, se establece que los transformadores de medida deberán estar conformes a la norma UNE-EN 60044 o norma que la sustituya.

Finalmente, en el Artículo 9 se establecen las clases de precisión requeridas para los transformadores de medida y contadores, en función del tipo de medida y frontera.

Será de aplicación también la Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, con todas sus Instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida, en las cuáles se establece, entre otros, las características de las medidas principales, redundantes y comprobantes, en función del tipo de frontera. En especial, la ubicación de los equipos de medida deberá realizarse de manera conforme al Apéndice A de este Real decreto, según indica la figura.

En concreto, para este Proyecto, el sistema de medida fiscal se ubicará en la zona de 66 kV, junto a otra medida redundante. Las características y modo de instalación de los equipos de medida cumplirán con la normativa y las prescripciones previamente citadas.

14.8. Sistema de servicios auxiliares

Los Servicios Auxiliares distribuirán la energía necesaria para el aparellaje y equipos instalados en la subestación, para asegurar la calidad del servicio y la seguridad que son necesarias para su funcionamiento fiable.

Los Servicios Auxiliares se dividirán en los de corriente continua y los de corriente alterna, y tendrán las siguientes características generales:

Sistema de Servicios Auxiliares	
Corriente Alterna (C.A.)	
Características Generales	400 / 230 V ; 50 Hz
Transformador SS.AA.	30 / 0,4 kV ; 100 kVA
Generador Diesel	400 V ; 100 kVA
Otros equipos:	Interruptores BT
Corriente Continua (C.C.)	

Sistema de Servicios Auxiliares	
Características Generales	125 Vcc / 24 Vcc
Equipos:	Rectificador
	Batería
	Convertidor 125 / 24 Vcc
	Interruptores BT
	Inversor

Tabla 47. Características SSAA

El sistema de Servicios Auxiliares alimentará a una serie de cargas y equipos de la Subestación Elevadora, que pueden clasificarse entre Esenciales y No Esenciales, según la tabla a continuación:

Tipos de Cargas de SS.AA.	
Cargas Esenciales	Equipos de Protección
	UCP (Unidad de Control de Posición)
	UCS (Unidad de Central de Subestación)
	Sistema de Comunicaciones
	Sistema de Protección Contra Incendios
	Alarmas en general
	Maniobras de Interruptores
Cargas No Esenciales	Climatización
	Sistema Anti-intrusión
	Sistema de Ventilación del Transformador
	Alumbrado interior edificio
	Motor Resorte
	Motor Seccionador
	Alumbrado interior cuadros

Tabla 48. Tipos de cargas de SAA

Así, las cargas esenciales serán aquellas que su continuidad de funcionamiento es vital para la seguridad de las instalaciones, y se alimentarán desde el sistema de almacenamiento de baterías, bien de forma directa por los circuitos de C.C. de la Subestación o mediante el empleo de un inversor de C.C. / C.A. para las cargas de C.A.

En segundo lugar, las cargas no esenciales serán aquellas que su continuidad de funcionamiento no es vital para la seguridad de las instalaciones. Éstas cargas se alimentarán de manera general, a través de los circuitos de C.A.

14.9. Sistema de telecomunicaciones

Las necesidades de servicios de telecomunicaciones consisten en servicios de telefonía, canales de comunicación para las protecciones de línea, circuitos de telecontrol y de telegestión. Para la comunicación de las protecciones se utilizarán enlaces por fibra óptica para las protecciones primarias, secundarias y teledisparo. Se

dotará al edificio de control de la subestación de fibra óptica multimodo y red de telefonía con protocolo IP.

En la Subestación se instalará una central telefónica para dar los servicios necesarios. Para la integración de esta central en la red IP se utilizará por un lado un router conectado con 2 tramos de 10 Mbits con la central que se determine y por otro lado con 1 switch. Se instalarán dos estaciones base DECT para la telefonía inalámbrica. Una de ellas en el interior del edificio de mando y otra en la cubierta de este. Esta última será de intemperie y dispondrá de una antena direccionable que proporcione cobertura en la totalidad de la Subestación.

Las alarmas emisión/recepción del equipo terminal de onda portadora y la alarma general de la teleprotección de baja frecuencia se cablearán a relés auxiliares para su supervisión.

La telegestión de equipos se realizará a través de la red IP. Para los servicios de telefonía y datos, en el edificio de mando, se instalará cableado estructurado mediante cables de categoría 5 o superior. Este cableado partirá del armario principal de comunicaciones ubicado en dicha sala, y llegará radialmente a todas las dependencias y casetas donde sea necesario.

Para interconectar el CCS con las miniULC's de las posiciones, al igual que las protecciones primarias con la sala de comunicaciones, se dispondrá de una red doble estrella para la cual se colocarán dos cables dieléctricos antirroedores de 16 fibras ópticas multimodo entre las casetas y la sala de comunicaciones del edificio de control donde se instalará un armario repartidor por dos canalizaciones diferentes, a ser posible. También se tenderán 6 cables de 16 fibras ópticas multimodo entre la sala de comunicaciones y la sala de control.

14.10. Sistema de control y protecciones

El Sistema de Protección (Grado de Criticidad) será 2SP/1C. La Subestación contará con un sistema de control integrado que comprende el alcance descrito en los siguientes apartados:

14.10.1. Parque 66 kV

Funciones de Protección

- 2 Discordancia de polos
- 3 Supervisión de la bobina de disparo
- 50BF Fallo del interruptor
- 21 Protección de distancia
- 87L Protección diferencial de línea
- 87T Protección diferencial de transformador
- 67 Protección de sobreintensidad direccional
- 67N Protección de sobreintensidad direccional de neutro
- 81M/m Protección de sobre/sub-frecuencia

- 27 Protección contra mínima tensión
- 59 Protección contra máxima tensión
- 25 Protección de sincronismo
- 79 Protección de reenganche
- 64 Protección contra faltas a tierra
- 50/51 Protección de sobreintensidad instantánea/temporizada de fase
- 51N Protección de sobreintensidad de neutro instantánea/temporizada
- 63 Relé Buchholz
- 49 Relé imagen térmica
- 26 Relé de temperatura
- 71 Relé de nivel de aceite
- 86 Disparo y bloqueo de cierre
- Teledisparo, mediante comunicación por fibra óptica, al extremo de la línea.

14.10.2. Parque 30 kV

Funciones de Protección

- 50/51 Protección de sobreintensidad instantánea/temporizada de fase
- 51N Protección de sobreintensidad de neutra instantánea/temporizada de fase
- 67/67N Protección de sobreintensidad direccional de fase/neutro
- 27 Protección contra mínima tensión
- 59 Protección contra máxima tensión
- 50BF Protección de fallo de interruptor

14.11. Puesta a tierra

14.11.1. Puesta a tierra general

El sistema de puesta a tierra general de la Subestación Elevadora se diseñará a partir de la norma IEEE 80, siempre bajo el cumplimiento de la ITC-RAT 13.

La red de puesta a tierra se ejecutará a partir de una malla metálica enterrada. El material conductor y la sección a emplear en la malla de puesta a tierra deberá estar acorde a la Sección 11 de la norma IEEE 80. El diseño de la red de puesta a tierra será a partir de una malla de conductores, unidos entre sí formando una cuadrícula, y se instalarán picas de puesta a tierra, como mínimo, en los extremos de la malla de puesta a tierra, con objeto de favorecer la disipación de las corrientes de falta hacia la tierra.

El cálculo de la puesta a tierra se llevará a cabo a partir de la formulación descrita en la Sección 16 de la norma IEEE 80, y deberá de verificar que, en caso de intensidad drenada en el terreno por el hecho de una falta, no se superen en ningún punto de la instalación las tensiones de paso y de contacto admitidas. Los valores admisibles máximos para tensiones de paso y contacto se calcularán a partir de las expresiones de la Sección 8 de la norma IEEE 80.

Rodeando el cerramiento de la subestación, a 1 m de la distancia de este, tanto por el interior como por el exterior, se coloca un cable perimetral, unido al resto de la malla de tierra, con objeto de evitar que se produzcan tensiones de contacto superiores a las permitidas en las cercanías del cerramiento, que son los puntos más conflictivos y de acceso general a personas.

En cuanto a los elementos metálicos presentes en la Subestación, como carcasas de equipos, vallado perimetral, puertas, tuberías, etc, se unirán también a la malla de tierra. Para ello se dejarán previstas las correspondientes derivaciones de cable, así como tramos de cable de longitud suficiente para unir directamente a la malla, sin conexiones desmontables, las puestas a tierra de servicio, como son los neutros de los transformadores, las autoválvulas y las cuchillas de puesta a tierra.

14.11.2. Puesta a tierra superior

La red de puesta a tierra superior o sistema de protección contra rayos tiene como cometido la captación de descargar atmosféricas y su conducción a la malla de tierra, para que pueda ser disipada sin poner el riesgo la seguridad del personal ni de la Subestación.

El diseño de este sistema estará basado en las especificaciones de la norma UNE-EN 62305, debiéndose realizarse un estudio del riesgo en función del emplazamiento y de las características de la Subestación. El sistema adoptará el modelo electrogeométrico de las descargas atmosféricas, cuyo criterio de seguridad que establece es el de apantallamiento total de los embarrados y de los equipos que componen el aparellaje, siendo este criterio el que establece que todas las descargas atmosféricas que puedan originar tensiones peligrosas y que sean superiores al nivel del aislamiento de la instalación, deben ser captadas por los pararrayos.

Mediante el estudio del riesgo, se valorarán las distintas pérdidas a partir de las directrices marcadas por la norma UNE-EN 62305-2. En función del nivel de riesgo, se establecerá un nivel de protección contra el rayo, que designará las pautas del sistema de protección contra rayos.

Para este tipo de Subestaciones, el sistema típico de protección contra rayos consiste en la colocación de pararrayos, que protegen a los equipos de la subestación. Estos pararrayos estarán unidos a la red de tierra enterrada de la subestación a través de las estructuras metálicas que los soportan.

14.12. Sistemas complementarios

14.12.1. Alumbrado

La Subestación Elevadora dispondrá de un sistema de alumbrado exterior y otro sistema de alumbrado interior con un mínimo de luminosidad que permita realizar las maniobras precisas con total seguridad para el trabajador. La instalación de alumbrado deberá de ser conformo y seguir las especificaciones de la norma UNE-EN 12464.

La iluminación exterior estará compuesta por lámparas de vapor de sodio de alta presión alojadas en proyectores de tecnología LED, instalados a una altura que permita un mantenimiento sencillo. Éstas serán encendidas por medio de un reloj programador instalado en el cuadro de servicios auxiliares que podrá ser programado manual o automáticamente.

Por otra parte, el sistema de alumbrado interior permitirá realizar cualquier operación con seguridad por medio de pantallas para tubos fluorescentes o por medio de equipos de tecnología LED equivalentes.

Además, se instalará un alumbrado de emergencia que se encuentre alimentado mediante grupos autónomos y contenga lámparas de incandescencia. Esta iluminación tendrá una luminancia mínima de 10 lx cuando se produzca una emergencia y de 1 lx cuando el sistema de alumbrado funcione con normalidad.

Se entrará al estado de emergencia cuando falle el alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de la nominal.

14.12.2. Sistema de seguridad

La Subestación Elevadora contará con un sistema de seguridad cuya función principal será proteger el interior de la instalación de cualquier intrusión no deseado, y estará compuesto por los siguientes elementos:

- Sistema de control de acceso: Tanto en la puerta de acceso a la Subestación como en la entrada del Edificio de Control se instalará un sistema de control de acceso compuesto por dos lectores de proximidad, uno exterior (de entrada) y otro interior (de salida) que indicarán al sistema respectivamente la entrada y salida de personas del recinto de la Instalación.
- Sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) con cámaras que permitan la vigilancia en tiempo real y en alta definición de todo el perímetro de la Instalación, contando con sistema de grabación de vídeo incorporado.
- Detectores de Intrusión: Se instalarán detectores de intrusión insensibles a perturbaciones atmosféricas y vehículos circulantes por las cercanías, garantizando la detección de cualquier intruso en el perímetro de la instalación.

El sistema de cámaras estará concebido de tal manera que pueda barrer toda la extensión de la Subestación, con detector de movimiento configurable. Dicho sistema será autónomo y será gestionado por un servidor web integrado o sistema equivalente.

Todos los canales de CCTV irán grabados sobre disco duro, y el conexionado de los equipos grabadores será IP.

Las cámaras de vídeo serán de tipo térmicas analógicas, las cuales se convertirán en digitales para poder transmitir la señal a través de fibra óptica. Serán de uso exterior, térmicas con lente de 10° de abertura y 19, 24 o 50 mm de longitud focal.

Serán válidas para instalaciones exteriores, a prueba de corrosión, agua, polvo y empañamiento de la lente. Se instalarán en lugares altos, quedando a una altura sobre el nivel del suelo que sea suficiente para evitar obstáculos.

Todas las cámaras se suministrarán con sus respectivas licencias o una licencia general para todo el conjunto de cámaras.

El Sistema de Seguridad deberá tener alimentación desde el Sistema de Servicios Auxiliares de la Subestación.

El propio sistema será el encargado de gestionar automáticamente las señales de alarma, comprobando en primer lugar si se trata de una alarma no deseada. En casa de intrusión, el sistema enviará una señal de aviso al centro integral de seguridad y al responsable de la instalación, que procederá a su verificación, y avisando si procede a las fuerzas de seguridad, bomberos, etc.

Durante la construcción se estiman necesarias medidas adicionales de seguridad mediante vigilancia permanente.

14.12.3. Sistema de Protección Contra Incendios

Se instalará en la Subestación un Sistema de Protección Contra Incendios, en base a los requisitos establecidos por el Real Decreto 2267/2004, y por el RD 337/2014 ITC-RAT-14 e ITC-RAT-15. El Sistema de Protección Contra Incendios dispondrá de los siguientes elementos:

- Sistema de extinción: En lo que se refiere al sistema de extinción, se instalarán extintores portátiles en todos los sectores de incendio de la subestación y serán seleccionados e instalados de acuerdo con lo indicado en la normativa.
- El parque de intemperie se considerará como un área susceptible de incendio adecuando la extinción según las necesidades. Aquellos extintores que se instalen en intemperie estarán protegidos por un armario. Para el transformador de potencia se instalarán elementos fijos de extinción automática de incendios.
- Sistema de detección: Se dotará al edificio de un sistema que cubra todas las dependencias de este. Estará conformado por una central de incendios para comunicación y mando del sistema, sirenas de aviso, detectores de humo y llama, y pulsadores de alarma.
    - Medidas de protección pasiva: Se aplicarán sistemas contra propagación del fuego en los pasos de cables entre las salas del Edifico de Control y en las entradas de cables al edificio. Además, los cables se dispondrán en bandejas en el falso suelo del edificio, con objeto de disponer tendidos ordenados y separados.

14.12.4. Ventilación y aire acondicionado

Dado que el Edificio de Control aloja equipos electrónicos y así mismo al personal de la Subestación, por motivos de su trabajo normal de operación local y mantenimiento, es necesario climatizarla para mantener en ella una temperatura adecuada.

El sistema de climatización debe ser capaz de compensar las pérdidas térmicas de los equipos de la Sala de Control y Comunicaciones, y de los equipos de la Sala de Celdas de MT.

Para la climatización del Edificio de Control se instalarán unidades de aire acondicionado mural, sistema Split, tipo partido, con bomba de calor aire-aire, absorbiendo la capacidad frigorífica necesaria para cada sala.

14.13. Obra Civil

El acondicionamiento del terreno y demás actuaciones sobre el parque intemperie se enumeran y se describen a continuación.

14.13.1. Acondicionamiento de la parcela

El acondicionamiento de la parcela dónde se instalará la Subestación Elevadora, alcanzará los siguientes aspectos:

- Desbroce de la capa vegetal y retirada a vertedero de la capa superficial del terreno, hasta alcanzar una profundidad aproximada de 20-30 cm en toda la superficie donde se va a instalar la Subestación Elevadora.
- Se procederá a la explanación, desmonte, relleno, nivelación del terreno y compactación, aproximadamente a la cota definitiva de la instalación.

14.13.2. Cimentaciones

14.13.2.1. Cimentaciones de aparatos y pórticos de línea

Se realizarán mediante la técnica de hormigonado en masa. Aplicado sobre una capa de aproximadamente 10 cm. de hormigón de limpieza.

El hormigonado se realizará en dos fases, en la primera se embeberán los pernos de anclaje de las diferentes estructuras y en una segunda se ejecutará el recrecido y el remate en forma de punta de diamante para facilitar la evacuación y evitar acumulaciones de agua en la parte superior de la cimentación.

El acceso de los cables de control a la aparamenta se realizará a través del hormigón mediante tubos de PVC GP7 DN63, mientras que las tomas de tierra de todos los bastidores y aparamenta tendrá un acceso a través de la cimentación con tubos de PVC GP7 DN32.

El control en la ejecución de las cimentaciones será de tipo normal.

Los materiales utilizados en la cimentación son:

- Hormigón: HM-20
- Acero: B 500 S (para el caso de cercos de atado).

14.13.2.2. Bancada de transformador

El transformador de potencia se dispondrá sobre una bancada de hormigón armado. Esta bancada abarcará la totalidad de la superficie del transformador y se diseñará para soportar el peso de la máquina y recoger el aceite de posibles fugas.

La bancada del transformador estará recubierta por una capa de cantos rodados con la función de apagafuegos.

La estructura de la bancada será de hormigón armado HA-25, con armadura de acero AEH-400. Se construirá sobre una base de hormigón de limpieza HM-10. El fondo tendrá las pendientes adecuadas para recoger el aceite de posibles fugas.

El control en la ejecución será de tipo normal.

Se dispondrá de un sistema de drenaje de agua consistente en un tubo vertical de PVC rígido de diámetro 200 mm. La conexión al drenaje de pluviales se realiza mediante una apertura lateral cercana a la boca superior del tubo, esta boca quedará abierta.

14.13.3. Canalizaciones del parque

Los conductores que enlazan elementos de parque con elementos en el interior del edificio discurren por canalizaciones que pueden ser de los siguientes tipos:

14.13.3.1. Canalizaciones de potencia

Están constituidas por un canal prefabricado de hormigón armado HA-25 con tapas de hormigón. Son accesibles desde la superficie.

Recogen los conductores de MT de salida del transformador y los conducen hacia el interior del edificio donde se alojan las celdas de MT.

Para el cruce con los viales o pasos de vehículos se preverán pasos reforzados a base de tubos de PVC de 200 mm de diámetro embebidos en hormigón.

14.13.3.2. Canalizaciones de control

Para la recogida de los cables de alimentación y señales de los diferentes equipos y aparamenta de parque y conducción de los mismos al edificio de control, se instalan canalizaciones subterráneas.

Las canalizaciones para conducción de cables de control serán de dos tipos:

- Prefabricadas, o canalizaciones principales, constituidas por un canal prefabricado con tapas de hormigón accesibles desde la superficie.

- Tubos, o canalizaciones secundarias, realizadas con tubos de PVC GP7 DN63 para la recogida de cables de los equipos y conexión con las canalizaciones principales.

Las conducciones que transcurran por puntos por los que se prevea que puedan pasar vehículos pesados, se protegerán en superficie por una losa de hormigón armado con un mallazo.

14.13.4. Acabado superficial

El parque intemperie se remata con una capa de grava superficial de 15 cm en el recinto interior.

14.13.5. Cerramiento perimetral

Realización del vallado perimetral de 2,3 metros de altura, con malla metálica de simple torsión rematada en la parte superior con alambre.

Los postes metálicos de fijación de la valla se colocarán cada 3 m.

14.13.6. Drenaje de aguas pluviales

Para la evacuación de aguas pluviales, se dotará a la instalación de un sistema de drenaje interior y uno exterior.

14.13.6.1. Drenaje de aguas interiores

El sistema de drenaje interior consiste en la instalación de tubo dren de 125 mm de diámetro bajo las canalizaciones de parque, instalado con una pendiente del 1%, con conexión a pozo de evacuación y vertido de aguas en el exterior.

14.13.6.2. Drenaje de aguas exteriores

Se instalará una red de recogida y canalización de aguas entre los taludes correspondientes al desmonte y a la explanación de la subestación, que capte el agua proveniente de la bajada natural y la canalice, desviando el curso de agua por el perímetro de la explanación y vertiendo las aguas recogidas debajo de la misma en cunetas próximas.

Dicha red consistirá en una canalización prefabricada en forma de "V", instalada entre los dos taludes.

14.13.6.3. Edificio de control

El edificio de explotación y control de la subestación consistirá en una sola planta, con la siguiente equitación en cuanto a salas:

- Sala donde irán ubicados los servicios auxiliares de c.c. y c.a.
- Sala de transformador de servicios auxiliares
- Sala de grupo electrógeno

- Sala donde se ubicarán las celdas de 30 kV, los armarios de protección de la posición de línea, los armarios de comunicaciones y el armario de protección de la posición del transformador.

Se optará por edificio prefabricado o bien por edificio ejecutado in situ. Para el primer caso a continuación se describen las características del mismo.

14.13.6.4. Características constructivas

Se instalará un nuevo edificio formado por elementos modulares prefabricados de hormigón armado con aislamiento térmico, realizándose “in situ” la cimentación y solera para el asiento y fijación de dichos elementos prefabricados y de los equipos interiores del edificio, así como la organización de las canalizaciones necesarias para el tendido de los cables de control.

Los paneles de fachada serán de hormigón visto sin pulir, liso y acabado de pintura en obra.

El panel de cubierta quedará rematado con un cerramiento metálico tipo “sandwich” cuyo acabado dependerá del tratamiento exterior de la fachada.

- El edificio se completará con las siguientes instalaciones:
- Instalación de alumbrado interior normal y emergencia.
- Instalación de tomas de corriente.
- Instalación de ventilación / climatización.
- Panoplia de seguridad reglamentaria.
- Sistema de extinción de incendios formado por extintores.

15. Descripción de la línea de evacuación

15.1. Información general

La infraestructura eléctrica del proyecto está dividida en tres partes: una primera parte que une el aerogenerador 6 con el aerogenerador 3 mediante una línea aéreo-subterránea de media tensión en 30 kV, una segunda parte (objeto de otro proyecto) que une un centro de seccionamiento (del que llega la energía generada de un parque eólico de 7 aerogeneradores y de una planta solar) con la Subestación Elevadora Los Morales 66/30 kV mediante una línea aéreo-subterránea de media tensión en 30 kV y por ultimo una línea aérea de alta tensión en 66 kV (objeto de otro proyecto) que conecta la Subestación Elevadora Los Morales 66 kV con una Ampliación de la SET Sanlúcar de Barrameda 66 kV propiedad de Endesa Distribución.

A continuación, se describe la información general de la línea de evacuación:

Línea de Evacuación	
Denominación de línea	LASMT 30 kV
Tipo de línea	Aéreo - Subterránea
Nivel de Tensión (kV)	30

Línea de Evacuación	
Categoría	Tercera
Nudo del extremo de la red	Aerogenerador 3
Nudo del extremo de generación	Aerogenerador 6
Longitud (m)	2.787,09

Tabla 49. Información línea de evacuación

Como parte de las infraestructuras eléctricas del Parque Eólico, se dispondrá de una línea subterránea de media tensión en 30 kV que conecta los aerogeneradores entre sí y con el centro de seccionamiento.

A continuación, se describe la información general de la línea de evacuación:

Línea MT	Desde	Hasta	Longitud (m)	S (kVA)	V (kV)
1	WTG-07	WTG-06	897,32	4.500	30
	WTG-03	CS	2.116,21	13.500	30
2	WTG-01	WTG-02	521,03	4.500	30
	WTG-02	CS	1.873,39	9.000	30
3	WTG-04	WTG-05	593,88	4.500	30
	WTG-05	CS	311,07	9.000	30

Tabla 50. Información línea de evacuación

15.2. Situación y emplazamiento

La línea de evacuación del proyecto se proyecta en el término municipal de El Puerto de Santa María, provincia de Cádiz. A continuación, se indican las coordenadas UTM (HUSO 29) del inicio y fin de cada línea de evacuación:

Línea	Coordenadas	Inicio de Línea	Fin de Línea
VTG-07 a WTG-06	X	745.445	745.092
	Y	4.062.539	4.063.164
VTG-03 a CS	X	744.083	742.898
	Y	4.065.644	4.066.391
VTG-01 a WTG-02	X	744.392	744.446
	Y	4.066.561	4.066.043
VTG-02 a CS	X	744.446	742.898
	Y	4.066.043	4.066.391
VTG-04 a WTG-05	X	743.039	742.684
	Y	4.066.633	4.066.256
VTG-05 a CS	X	742.684	742.898
	Y	4.066.256	4.066.391
WTG-06 a WTG-03	X	745.092	744.084
	Y	4.063.165	4.065.644

Tabla 51. Coordenadas emplazamiento líneas evacuación

A continuación, se muestra una imagen con la localización de la LSMT de Evacuación.

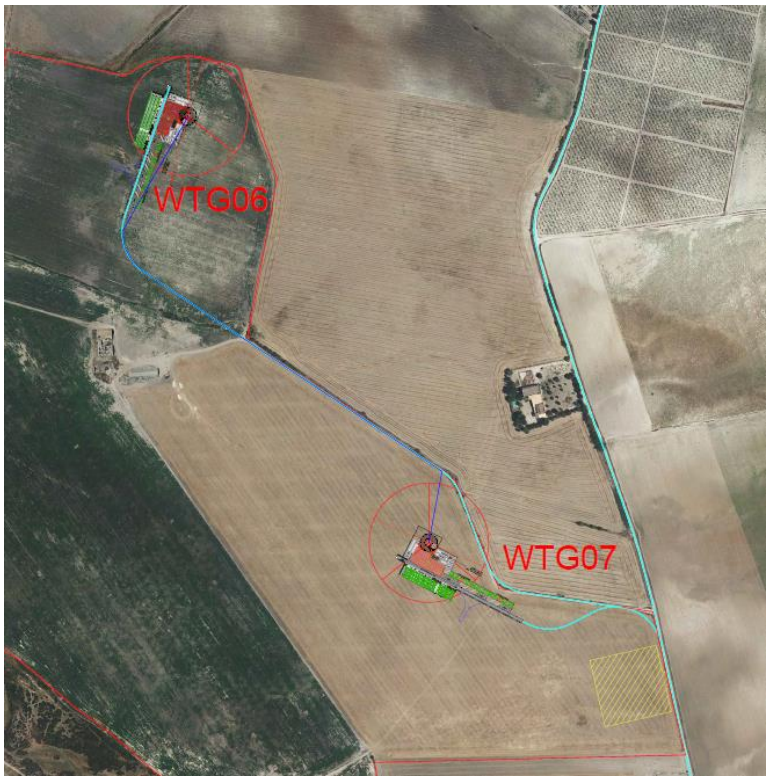


Ilustración 65. Localización línea de evacuación (1/3)



Ilustración 66. Localización línea de evacuación (2/3)

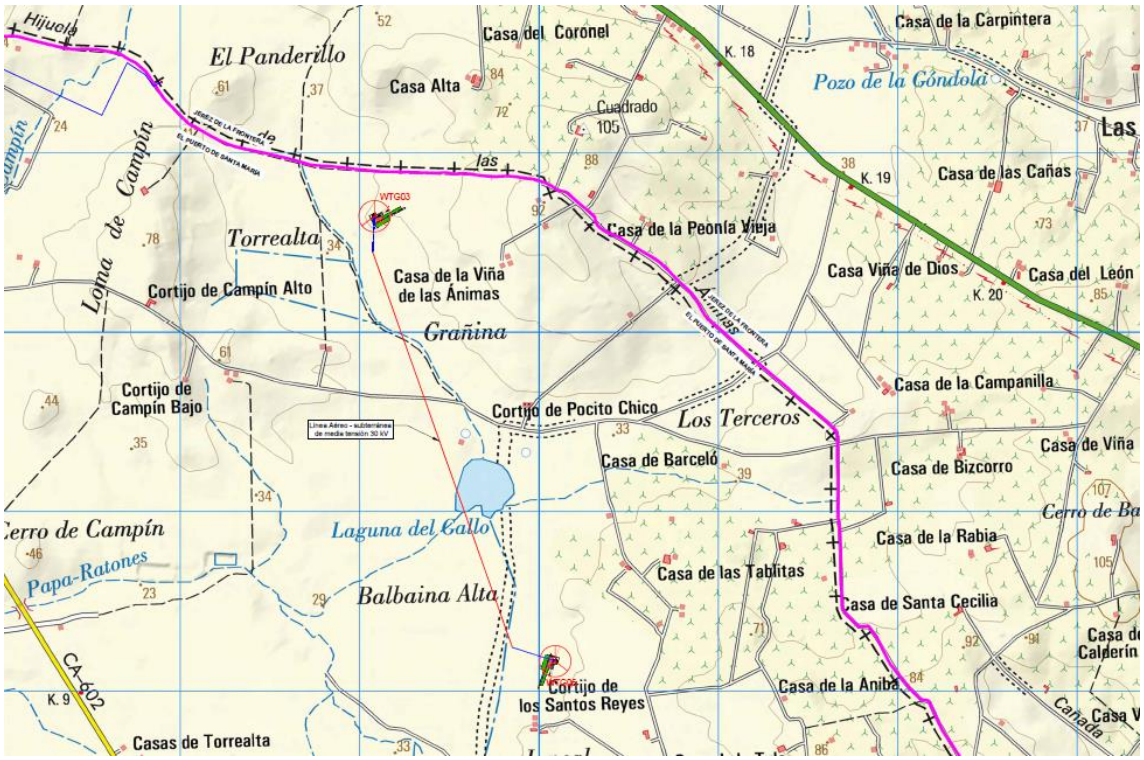


Ilustración 67. Localización línea evacuación LASMT 30 kV (3/3)

16. Línea subterránea de media tensión en 30 kV

16.1. Características generales

La línea subterránea de 30 kV que une el aerogenerador 6 con el aerogenerador 3 estará formada por un circuito directamente enterrado. El conductor será RHZ1 18/30 kV y la sección de 300 mm^2. Las características del conductor se adjuntan se encuentra en el anejo de fichas técnicas.

Características de la línea subterránea LASMT 30 kV	
Sistema	Corriente alterna trifásica
Tipo de línea	Subterránea
Inicio tramo 1	Aerogenerador 6
Fin tramo 1	Apoyo 1
Longitud tramo 1 (m)	251,31
Inicio tramo 2	Apoyo 11
Fin tramo 2	Aerogenerador 3
Longitud tramo 2 (m)	199,45
Tensión nominal de la red (kV)	30
Tensión más elevada de la red (kV)	36
Nº de circuitos	1
Nº conductores por fase	1
Tipo conductor	RHZ1 18/30kV – 300 mm^2

Tabla 52. Características de la línea subterránea LSAMT 30 kV WTG-06 a WTG-03

Línea MT	Desde	Hasta	Tipo	Longitud (m)	Nº circuitos/zanja	Nº conductores por fase	Tipo Conductor	S (kVA)	V (kV)
1	WTG-07	WTG-06	Subterránea	897,32	1	1	AL RHZ1-OL 18/30 kV	4.500	30
	WTG-03	CS	Subterránea	2.116,21	4	1	AL RHZ1-OL 18/30 kV	13.500	30
2	WTG-01	WTG-02	Subterránea	521,03	1	1	AL RHZ1-OL 18/30 kV	4.500	30
	WTG-02	CS	Subterránea	1.873,39	4	1	AL RHZ1-OL 18/30 kV	9.000	30
3	WTG-04	WTG-05	Subterránea	593,88	4	1	AL RHZ1-OL 18/30 kV	4.500	30
	WTG-05	CS	Subterránea	311,07	4	1	AL RHZ1-OL 18/30 kV	9.000	30

Tabla 53. Características líneas media tensión

16.2. Trazado subterráneo

A continuación, se enumeran las coordenadas UTM del inicio y fin del tramo subterráneo y la longitud del mismo:

Línea		Coordenadas	Inicio de Línea	Fin de Línea	Longitud
VTG-07 a WTG-06		X	745.445	745.092	897,32
		Y	4.062.539	4.063.164	
VTG-03 a CS		X	744.083	742.898	2.116,21
		Y	4.065.644	4.066.391	
VTG-01 a WTG-02		X	744.392	744.446	521,03
		Y	4.066.561	4.066.043	
VTG-02 a CS		X	744.446	742.898	1.873,39
		Y	4.066.043	4.066.391	
VTG-04 a WTG-05		X	743.039	742.684	593,88
		Y	4.066.633	4.066.256	
VTG-05 a CS		X	742.684	742.898	311,07
		Y	4.066.256	4.066.391	
WTG-06 a WTG-03	Tramo 1	X	745.092,04	744.852,82	251,31
		Y	4.063.164,98	4.063.242,01	
	Tramo 2	X	744.074,45	744.084,03	199,45
		Y	4.065.444,86	4.065.644,08	

Tabla 54. Coordenadas tramos LASMT 30 kV

16.3. Afecciones

En la siguiente tabla se resumen las afecciones consideradas por el trazado de la subterránea que une el aerogenerador 6 con el aerogenerador 3, las cuales serán evaluadas en cuanto a cruzamientos, paralelismos y proximidad.

Tipo	Afecciones del Proyecto
Subestaciones y Centrales	**NA**
Zonas Mineras	**NA**

Afecciones Aeroportuarias	**NA**
Caminos Públicos	**NA**
Vías Pecuarias	**NA**
Ferrocarriles	**NA**
Carreteras	**NA**
Líneas Eléctricas	**NA**
Hidrología	**X**
Espacios Culturales Protegidos	**NA**
Gaseoductos	**NA**
Oleoductos	**NA**

Tabla 55. Afecciones

16.3.1. Hidrología

A continuación, se muestra una imagen donde se indican la proximidad a cauces hidrológicos.

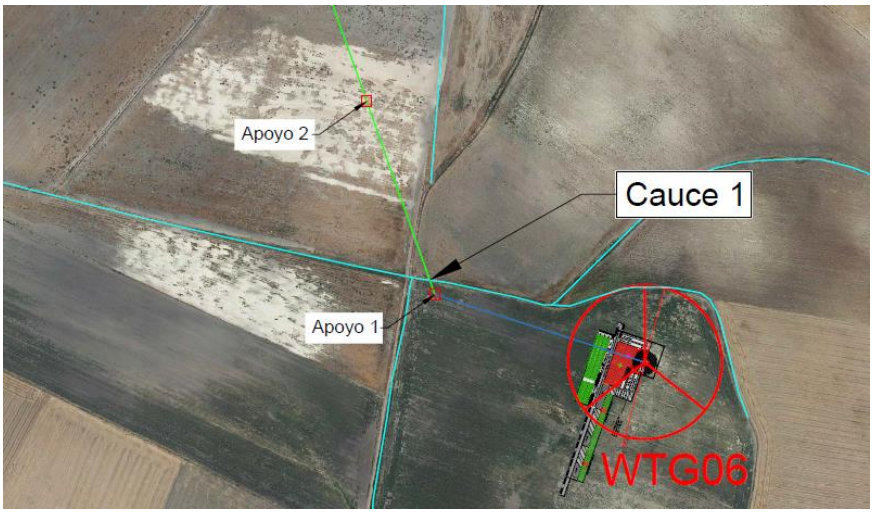


Ilustración 68. Hidrología (1/2)

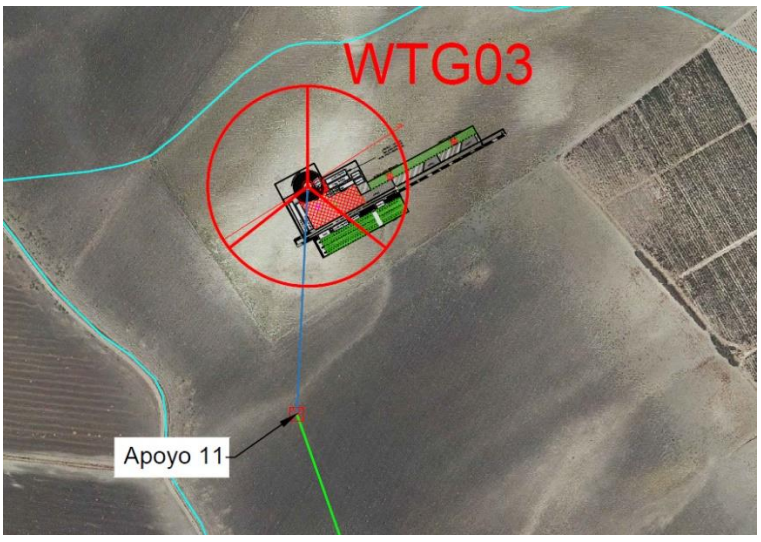


Ilustración 69. Hidrología (2/2)

16.4. Características del conductor

Características Conductor	
Tipo Constructivo	Unipolar
Conductor	Aluminio, semirígido clase 2 según UNE-EN 60228
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE), en catenaria de atmósfera seca, mediante proceso de triple extrusión.
Nivel de Aislamiento Uo/U (Um)	18/30 kV
Semiconductora Externa	Material semiconductor aplicado sobre el aislamiento. Pelable
Pantalla Metálica	Corona de alambres de cobre y contraespira de cobre, con una sección mínima de 16 mm2.
Temperatura Máx.Admisible en el Conductor en Servicio Permanente	90ºC
Temperatura Máx.Admisible en el Conductor en Régimen De Cc	250ºC
Sección	300 mm^2
Peso aproximado	2.759 kg/km
Diámetro nominal aislamiento	37,70 mm
Diámetro nomina exterior	52,80 mm
Resistencia eléctrica a 20 ºC	0,119 Ω/km
Intensidad máxima admisible directamente enterrado	390 A
Radio de curvatura	0,792 m

Tabla 56. Características del conductor (1/2)

16.5. Sistema de puesta de tierra

Se conectarán a tierra las pantallas de todas las fases en cada uno de los extremos y en los empalmes intermedios. Esto garantiza que no existan grandes tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.



Ilustración 70. Puesta a tierra cubiertas metálicas

No será necesario realizar trasposición de fases dado que las ternas se montarán en tresbolillo.

16.6. Terminales

Los terminales de exterior serán de composite y para la tensión nominal de 30 kV. Estos terminales tienen el aislador de composite cementada a una base metálica de fundición que a su vez está soportada por una placa metálica. Esta placa está montada sobre aisladores de pedestal los cuales se apoyan en la estructura metálica (torre, pórtico...). En el extremo superior, el arranque del conector está protegido por una pantalla contra las descargas parciales.

Se emplea un cono deflector elástico preformado para el control del campo en la terminación del cable, que queda instalado dentro del aislador. El aislador se rellena de aceite de silicona, que no requiere un control de la presión del mismo.

Este tipo de terminal permite aislar la pantalla del soporte metálico, lo cual es necesario para las conexiones especiales de pantallas flotantes en un extremo. Asimismo, se pueden realizar ensayos de tensión de la cubierta para mantenimiento.

La conexión de los conductores a su conector se hace por manguitos de conexión a presión. La conexión está diseñada para resistir los esfuerzos térmicos y electromecánicos durante su funcionamiento normal y en cortocircuito.

La pantalla se conecta a la base metálica, de donde se deriva la conexión a tierra.

16.7. Descargadores

Con el objeto de proteger el aislamiento de la cubierta, se instalarán descargadores en función de la tensión inducida prevista en cada tramo. Para la transposición de pantallas, los enlaces entre las pantallas y los limitadores de sobretensión serán, como máximo, de 3 m y deben realizarse con cables coaxiales en un 80%, como mínimo, de su longitud.

16.8. Cajas de conexión

Se instalarán cajas de puesta a tierra para alojar las conexiones de las pantallas de los conductores.

Las cajas de conexión de pantallas serán trifásicas y dispondrán de una envolvente preparada para alojar las conexiones de las pantallas, los cables de conexión a tierra y los limitadores de tensión asociados.

Serán accesibles mediante útil específico o llave para permitir la realización de los ensayos de puesta en servicio y de mantenimiento periódico del sistema de cable. Para facilitar estas operaciones, no contendrán ningún tipo de rellenos y las conexiones de las pantallas de los cables entre sí y con la red de tierras local se realizarán con pletinas desmontables.

Las envolventes estarán fabricadas en acero galvanizado o acero inoxidable y

serán capaces de contener los efectos de fallo térmico o eléctrico de cualquiera de los elementos alojados en ellas sin que se produzcan daños a elementos externos vecinos. Además, deberán estar conectadas siempre a tierra por medio de una conexión independiente de la puesta a tierra de los elementos contenidos en su interior.

Estarán provistas de una pantalla aislante y transparente que evite contactos accidentales a elementos en tensión cuando la caja esté abierta, de forma que tenga un grado de protección IPXXB con la tapa abierta. En sitio visible, dispondrán de una etiqueta que muestre la línea a la que pertenecen y el esquema de conexión y, en su exterior, estarán identificadas mediante el símbolo normalizado de peligro tensión según el RD 485/1997.

Según el lugar de instalación se diferencian dos tipos:

Exteriores: estarán preparadas para su fijación sobre torres y sobre pórtico a la intemperie, con una tapa practicable que deberá cerrarse mediante candado de seguridad. Cumplirán un grado de protección IP55 según UNE 20324 y un grado de protección mecánica frente a impactos IK10 según EN 50102.

Subterráneas: estarán preparadas para su fijación a nivel de suelo y enterradas. La tapa y el cuerpo de la caja deberán cerrarse mediante tornillería inoxidable. Cumplirán un grado de protección IP68 con la totalidad de la caja a un metro de profundidad según UNE 20324 y un grado de protección mecánica IK10 según EN 50102.

16.9. Autoválvulas

Los cables aislados deberán estar protegidos contra sobretensiones por medio de dispositivos adecuados, cuando la probabilidad e importancia de las mismas así lo aconsejen, para ello, se utilizarán pararrayos de óxido metálico.

Deberán cumplir lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo que establece en las instrucciones MIE-RAT 12 y MIE- RAT 13, respectivamente, del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en instalaciones eléctrica de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23, aprobado por el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo.

La puesta a tierra de las autoválvulas se realizará conectando directamente a la estructura que las soporte.

Las características exigidas serán las siguientes:

Tensión nominal (kV) :.....30

Tensión más elevada (kV):.....36

Corriente de descarga nominal (kA):..... 10

Aislador:.....

Porcelana

16.10. Empalmes

Los empalmes a utilizar serán del tipo premoldeado (una sola pieza) y estarán preparados para realizar un cruzamiento de pantallas.

La parte principal de este tipo de empalmes consiste en electrodos de alta tensión internos, una capa aislante y una capa externa semiconductora.

El contacto entre el cable y el empalme está asegurado por la memoria elástica del material empleado en la fabricación del empalme.

El material empleado puede ser goma de etileno propileno (EPR) o goma de silicona.

Finalmente, el empalme dispondrá de una carcasa de protección. Esta carcasa de protección tendrá como mínimo las mismas características de resistencia mecánica que la propia cubierta del cable.

16.11. Cámaras de empalmes

Las cámaras de empalme a ejecutar serán no accesibles.

Para realizar las uniones entre los distintos tramos de tendido, se prevén cámaras donde se alojarán los empalmes entre cables.

La longitud y el ancho de la cámara serán los indicados en planos.

En las cámaras en las que se deba realizar puesta a tierra de las pantallas, se realizará empleando la configuración 20-30/8/82, consistente en el empleo de 8 picas de 2 m de longitud colocadas en el vértice de un rectángulo que mide 2,00x3,00 m unidas formando un anillo mediante conductor de cobre desnudo de mínimo 50 mm2.

16.12. Distancias reglamentarias a afecciones LSMT

16.12.1. Cruzamientos

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 06 y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

16.12.1.1. Calles, caminos y carreteras

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan cruzamientos con caminos y carreteras.

16.12.1.2. Ferrocarriles

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas, perpendiculares a la vía siempre que sea posible. La parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 metros respecto de la cara inferior de la traviesa. Dichas canalizaciones entubadas rebasarán las vías férreas en 1,5 metros por cada extremo.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan cruzamientos con líneas de ferrocarril.

16.12.1.3. Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de 30 kV y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan cruzamientos con otros cables de energía eléctrica.

16.12.1.4. Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,2 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 metro. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no

es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan cruzamientos con cables de telecomunicación.

16.12.1.5. Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 metros. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 metro del cruce. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan cruzamientos con canalizaciones de agua.

16.12.1.6. Canalizaciones de gas

En los cruces de líneas subterráneas de Alta Tensión con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 3 de la ITC - LAT 06. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla 3. Esta protección suplementaria, a colocar entre servicios, estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

Ilustración 71. Distancias en cruzamientos con canalizaciones de gas (Tabla 3 ITC-LAT 06)

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 metros a ambos lados del cruce y 0,30 metros de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.

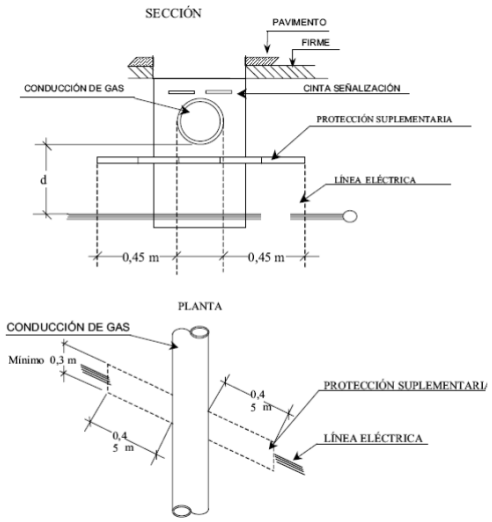


Ilustración 72. Detalles de cruzamiento y conducciones (ITC-LAT 06)

En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, no siendo de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan cruzamientos con canalizaciones de gas.

16.12.2. Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 06 y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

16.12.2.1. Otros cables de energía eléctrica

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia, pero los mantendrá separados entre sí con cualquiera de las protecciones citadas anteriormente.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan paralelismos con otros cables de energía eléctrica.

16.12.2.2. Cables de telecomunicación

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan paralelismos con cables de telecomunicación.

16.12.2.3. Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 metros. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 metro. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 metros en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 metro respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan paralelismos con canalizaciones de agua.

16.12.2.4. Canalizaciones de gas

En los paralelismos de líneas subterráneas de Alta Tensión con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 4 de la ITC-LAT 06. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias,

podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en dicha tabla 4. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presion ≤ 4 bar	0,25 m	0,15 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presion ≤ 4 bar	0,20 m	0,10 m

* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

Ilustración 73. Distancias en paralelismos con canalizaciones de gas (Tabla 4 ITC-LAT 06)

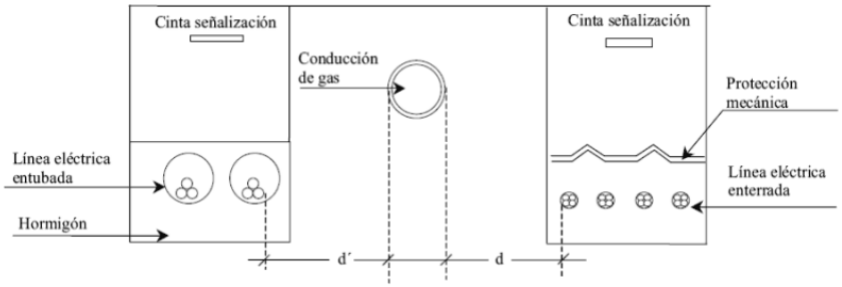


Ilustración 74. Detalles de paralelismo y conducciones (ITC-LAT 06)

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 metro.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan paralelismos con canalizaciones de gas.

16.12.2.5. Acometidas (conexiones de servicio)

En el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de Baja Tensión como de Alta Tensión en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad perfecta.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan paralelismos con acometidas.

17. Línea aérea de media tensión en 30 kV

17.1. Características generales

Las características generales de la línea se recogen en las siguientes tablas:

Características generales de la línea LASMT 30 kV	
Sistema	Corriente alterna trifásica
Tipo de línea	Aérea
Inicio línea	Apoyo 1
Fin línea	Apoyo 11
Longitud (m)	2.236,33
Tensión nominal de la red (kV)	30
Tensión más elevada de la red (kV)	36
Temperatura máxima del conductor (ºC)	85
Nº de circuitos	1
Nº conductores por fase	1
Tipo conductor	147-AL1/34-ST1A (LA-180)
Nº / tipo cable de tierra	1 / OPGW
Capacidad máxima de transporte por circuito (MVA)	17,66
Aisladores	Vidrio templado
Apoyos	Metálicos
Cimentaciones	Macizo independiente de hormigón en masa

Ilustración 75. Características generales LASMT 30 kV

La línea discurre enteramente por Zona A según las prescripciones de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (RD 223/2008).

El trazado detallado queda definido por el eje de los apoyos, cuya ubicación queda definida en los planos anexos al proyecto.

A continuación, se enumeran las coordenadas UTM de los apoyos con los que contará la LAMT 30 kV:

Apoyo	UTM (X)	UTM (Y)
Apoyo 01	744.852,82	4.063.242,01
Apoyo 02	744.775,08	4.063.462,01
Apoyo 03	744.695,77	4.063.686,46

Apoyo	UTM (X)	UTM (Y)
Apoyo 04	744.617,24	4.063.908,72
Apoyo 05	744.536,73	4.064.136,56
Apoyo 06	744.447,12	4.064.390,17
Apoyo 07	744.371,70	4.064.603,61
Apoyo 08	744.308,37	4.064.782,84
Apoyo 09	744.227,85	4.065.010,73
Apoyo 10	744.151,15	4.065.227,79
Apoyo 11	744.074,45	4.065.444,86

Tabla 57. Coordenadas de apoyos

17.2. Afecciones

17.2.1. Hidrología

A continuación, se muestra una imagen donde se indican cruzamientos hidrográficos:

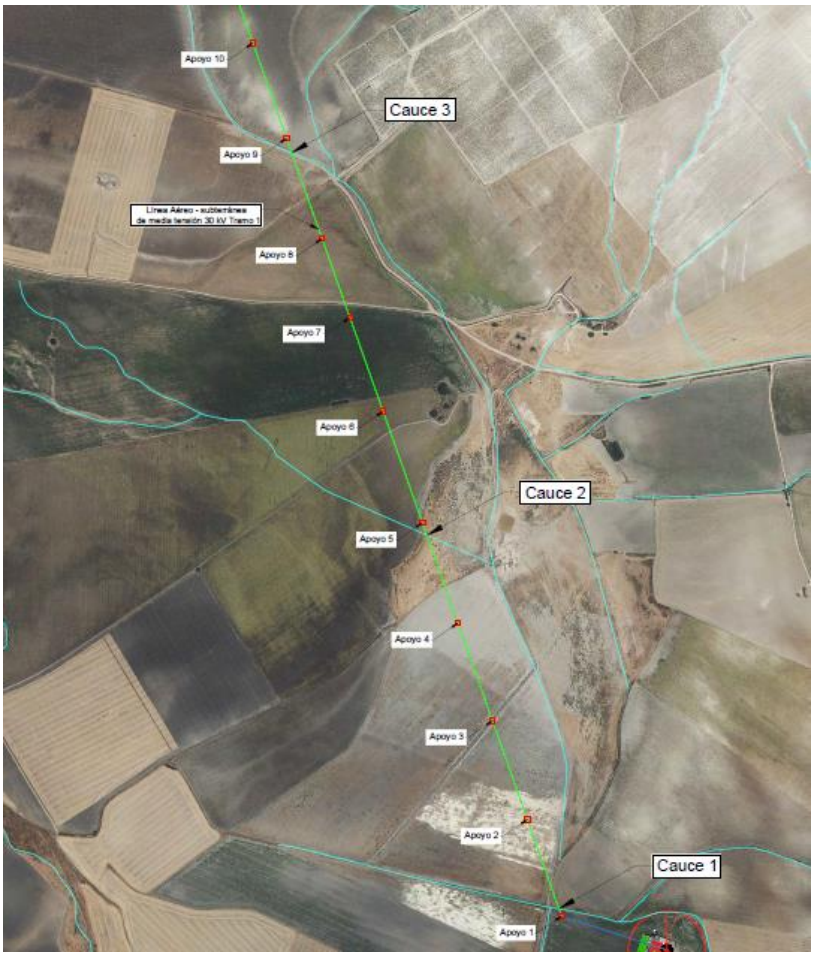


Ilustración 76. Cruzamientos hidrográficos

Cruce	Nombre	UTM ETRS89 HUSO 29	
		X	Y
1	Cauce 1	744.846,99	4.063.258,50
2	Cauce 2	744.546,79	4.064.108,10
3	Cauce 3	744.239,26	4.064.978,42

Tabla 58. Cruzamientos hidrográficos

17.2.2. Líneas eléctricas

A continuación, se muestra una imagen donde se indican cruzamientos con las líneas eléctricas:

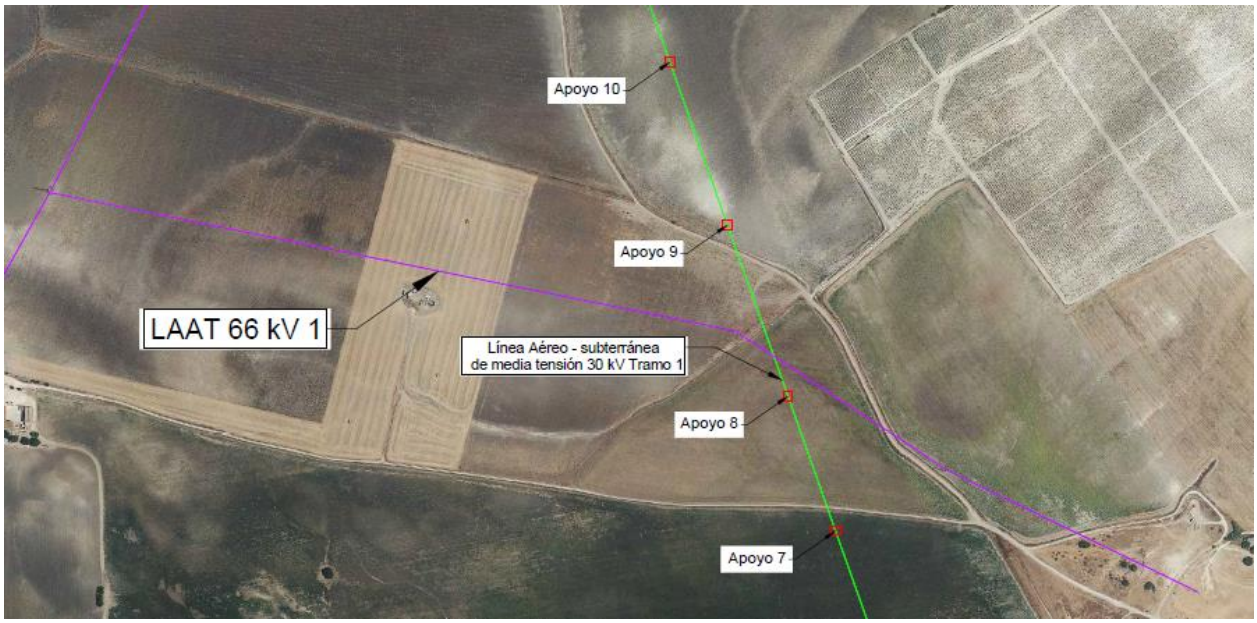


Ilustración 77. Cruzamientos con líneas eléctricas

Cruce	Nombre	UTM ETRS89 HUSO 29	
		X	Y
1	LAAT 66 kV	744.289,67	4.064.835,77

Tabla 59. Cruzamientos líneas eléctricas

17.2.3. Vías pecuarias

A continuación, se muestra una imagen donde se indican cruzamientos con VVPP:



Ilustración 78. Cruzamientos con VVPP

Cruce	Nombre	UTM ETRS89 HUSO 29	
		X	Y
1	Vereda del Gallo	744.811,19	4.063.359,82
2	Vereda de Chapitel	744.464,38	4.064.341,32
3	Cañada de Huertas	744.356,39	4.064.646,93
4	Vereda de Feria	744.241,23	4.064.972,85

Tabla 60. Cruzamientos VVPP

17.3. Conductor

Se utilizarán conductores de aluminio y alma de acero recubierto de aluminio, de acuerdo a la Norma UNE EN 50182:2001/AC: 2013.

Las características principales del conductor son:

Características del conductor LASMT 30 kV	
Tipo	337-AL1/44-ST1A (LA-380)
Sección Al (mm^2)	337,3
Sección St (mm^2)	43,7
Sección total (mm^2)	381,5
Nº hilos	54 Al + 7 St
Diámetro hilo Al / St (mm)	2,82/ 2,82
Diámetro alma / cable (mm)	8,46/ 25,38

Características del conductor LASMT 30 kV	
Peso específico (kg/km)	1.275
Carga de rotura nominal (kN)	109,12
Módulo de elasticidad final (N/mm^2)	70.000
Coef. Dilatación lineal (1/K)	19,3x10^{-6}
Resistencia máx. a 20ºC (Ω/km)	0,0857
Tracción máxima (kg)	3.300

Tabla 61. Características del conductor LASMT 30 kV

En cualquier caso, los cables seleccionados cumplirán las prescripciones reglamentarias en cuanto a densidad de corriente, cortocircuito y caída de tensión garantizando asimismo las pérdidas mínimas de transporte.

Se añadirán amortiguadores por cada cadena de amarre (el proveedor fijará y certificará la masa y distancia al amarre o suspensión).

Todas estas características de los conductores cumplen con lo especificado en las normas:

- UNE-EN 50189:2000 (Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado).
- UNE-EN 61232/A11:2001(Alambres de aluminio duro para conductores de líneas aéreas de transporte de energía eléctrica).
- UNE-EN 50182:2005 (Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas).

17.4. Cable de tierra tipo OPGW

Para obtener una mejor protección contra sobretensiones de origen atmosférico, se instalarán sobre los conductores, en la cúpula de los apoyos previstos, un cable de tierra tipo OPGW (conductor y fibra óptica).

La elección del cable de tierra tipo OPGW, que incorpora un cable de fibra óptica, cumple la doble misión de protección frente a fallos y descargas atmosféricas y de servir como línea de transmisión de datos para el despliegue de redes de telecomunicación para las operaciones de explotación y mantenimiento de las líneas.

La línea llevara un único cable de tierra tipo OPGW.

El cable de tierra, que cumplirá con las prescripciones indicadas en la Norma UNE-EN 60794-3-20, estará compuesto de hasta 130 fibras ópticas y permitirá un máximo de corriente de cortocircuito de 25 kA.

El cable tipo OPGW escogido consta de un tubo polimérico reforzado que aloja el núcleo óptico y que está extruido helicoidalmente para evitar tensiones en la fibra. Este tubo es estanco al paso del agua además de estar relleno de un gel hidrófugo. Alrededor

de este tubo se colocan cintas de espesor variable según construcción, que actúan de barrera de temperatura. Como armadura del cable se disponen dos capas de alambres; la primera de aleación de aluminio y la segunda de alambres de acero recubierto de aluminio y aleación de aluminio. Además, el trefilado de las capas de alambres se realiza en sentido contrario lo que confiere al cable una estructura antigiratoria.

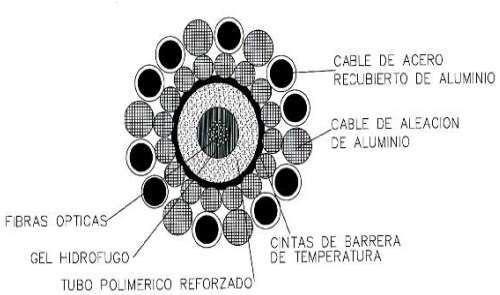


Ilustración 79. Sección tipo cable OPGW

Las principales características del cable se resumen en la siguiente tabla:

Características del cable de tierra OPGW	
Denominación	OPGW 130 fibras tipo II 25 kA
Sección (mm^2)	127,60
Diámetro (mm)	14,60
Carga de rotura (kg)	6.775
Peso específico (kg/km)	597
Módulo de elasticidad (kgf/mm^2)	10.652
Coef. Dilatación térmica (1/K)	$15,3x10^{-6}$
Nº fibras	4 tubos/12 fibras/tubo - monomodo

Tabla 62. Características del cable de tierra OPGW

17.5. Apoyos

Los apoyos a instalar son de tipo metálico y estarán compuestos por armaduras de celosía con perfiles de alas iguales y los materiales constituyentes, son piezas férreas, protegidas contra la corrosión mediante galvanización en caliente por inmersión.

Los armados de los apoyos serán metálicos, compuestos por armaduras de celosía con perfil angular de alas iguales. El material será acero no aleado y estará protegido contra la corrosión, mediante galvanización en caliente por inmersión.

Los armados de los apoyos se han seleccionado de manera que se cumplan las distancias reglamentarias entre conductores y la distancia reglamentaria entre éstos y masa.

Los armados serán metálicos, compuestos por armaduras de celosía con perfil angular de alas iguales. El material será acero no aleado y estará protegido contra la corrosión, mediante galvanización en caliente por inmersión.

En cada apoyo se indicará el número de orden que le corresponda, de acuerdo con el criterio de origen de la línea que se haya establecido.

De igual forma todos los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico, situada a una altura visible y legible desde el suelo, a una distancia mínima de 2 metros.

Nº de Apoyo	Función Apoyo	Denominación	Peso total (Kg)	Tipo Armado	Dimensiones (m)				
					"a-d"	"b"	"c"	"h"	Altura útil
1	FL	AGR-14000-12	2606	S	2	2	2	3.7	12
2	AL-SU	C-1000-18	602	S	1	1.2	1	1.5	13.21
3	AL-SU	C-1000-18	602	S	1	1.2	1	1.5	13.21
4	AL-SU	C-1000-18	602	S	1	1.2	1	1.5	13.21
5	AL-SU	C-1000-20	674	S	1	1.2	1	1.5	15.2
6	AL-SU	C-1000-20	674	S	1	1.2	1	1.5	15.2
7	AL-SU	C-1000-22	780	S	1	1.2	1	1.5	17.16
8	AL-AM	C-2000-14	640	S	1	1.2	1	1.5	9.14
9	AL-SU	C-2000-24	1227	S	1	1.2	1	1.5	19.05
10	AL-SU	C-1000-20	674	S	1	1.2	1	1.5	15.2
11	FL	AGR-14000-12	2606	S	2	2	2	3.7	12

Tabla 63. Apoyos LASMT 30 Kv

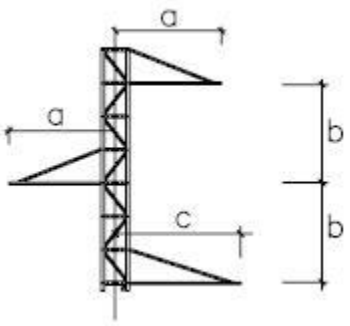


Ilustración 80. Apoyo tipo S

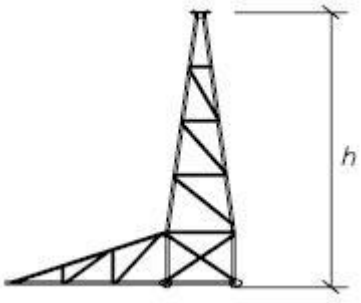


Ilustración 81. Apoyo cúpula

17.6. Cimentación

La cimentación está constituida por cuatro bloques de hormigón de sección cuadrada, y las mismas han sido calculadas por su fabricante, para resistir el esfuerzo de arrancamiento y distribuir el de compresión en el terreno.

Todos los apoyos dispondrán de una peana de protección en su base, con el objeto de proteger el acero contra la corrosión e impactos mecánicos. Dicha peana será de hormigón, y tendrá forma de “punta de diamante”, con una altura mínima de 0,2 metros en la parte lateral y 0,3 metros en el centro. Se evitará el remanso de agua en la parte inferior de los angulares de los montantes.

Nº de Apoyo	Apoyo	Tipo de Terreno	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación	Volumen Hormigón
				a	h	b	H	c		
1	AGR-14000-12	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,7	0,5	1,1	2,9	2,96	15,6	16,64
2	C-1000-18	Normal	Monobloque	1,15	1,79	-	-	-	2,37	2,63
3	C-1000-18	Normal	Monobloque	1,15	1,79	-	-	-	2,37	2,63
4	C-1000-18	Normal	Monobloque	1,15	1,79	-	-	-	2,37	2,63
5	C-1000-20	Normal	Monobloque	1,22	1,82	-	-	-	2,71	3,01
6	C-1000-20	Normal	Monobloque	1,22	1,82	-	-	-	2,71	3,01
7	C-1000-22	Normal	Monobloque	1,31	1,84	-	-	-	3,16	3,5
8	C-2000-14	Normal	Monobloque	1,05	2,01	-	-	-	2,22	2,44
9	C-2000-24	Normal	Monobloque	1,45	2,15	-	-	-	4,52	4,94
10	C-1000-20	Normal	Monobloque	1,22	1,82	-	-	-	2,71	3,01
11	AGR-14000-12	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,7	0,5	1,1	2,9	2,96	15,6	16,64

Tabla 64. Cimentaciones apoyos LASMT 30 Kv

Las fundaciones serán tipo pata de elefante:

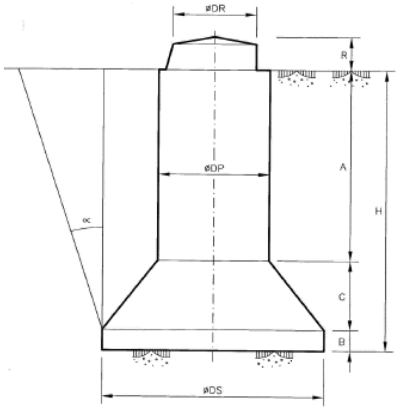


Ilustración 82. Cimentación tipo

17.7. Aislamiento. Cadenas de aisladores

Las cadenas de aisladores, a través de las cuales se amarrarán o se suspenderán los conductores de los apoyos, soportarán las cargas mecánicas relativas a la instalación, mantenimiento y servicio, la corriente de servicio calculada, incluyendo la corriente de cortocircuito, las temperaturas de servicio y las condiciones medioambientales.

Los herrajes y en especial las grapas permitirán su manipulación con las herramientas utilizadas en los trabajos a distancia con tensión.

En cuanto a las grapas, el diseño permitirá el apriete uniforme sobre el conductor y obtener la igualdad de par de apriete en todos los elementos roscados si los hubiera.

En los elementos roscados, como tornillos, estribos, y bulones cuando así se disponga, se utilizarán roscas con perfil métrico ISO, de acuerdo con la norma UNE 17 703: 1978.

Las cadenas de aislamiento para el circuito de la línea de 30 kV, estarán formadas por aisladores de composite, U70BS, de las siguientes características eléctricas:

Características de la cadena de aisladores	
Aislador	U70BS
Material	Vidrio templado
Nivel de tensión (kV)	30
Paso nominal (mm)	127
Diámetro (mm)	255
Línea de fuga (mm)	320
Norma de acoplamiento	16
Carga de rotura (kN)	70
Peso (kg)	3,5

Tabla 65. Características aisladores U70BS

Los herrajes y accesorios que formarán las cadenas de aisladores cumplirán con lo indicado en el apartado 2.2. de la ITC-LAT-07.

Con el fin de disminuir los efectos vibratorios sobre los conductores de fase y tierra, la línea en proyecto estará dotada de amortiguadores tipo Stockbrigde.

17.8. Accesorios

Amortiguadores: Sirven para proteger los conductores y el cable de tierra de los efectos perjudiciales y roturas prematuras por fatiga de sus alambres, que pueden producir los fenómenos de vibración eólica a causa de vientos de componente transversal a la línea y velocidades comprendidas entre 1 y 10 m/s, con la consiguiente pérdida de conductividad y resistencia mecánica. Cumplirán la norma UNE-EN 61897.

En general y según recomienda el apartado 3.2.2 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D.223/2008), la tracción a temperatura de 15ºC no debe superar el 22% de la carga de rotura, si se realiza el estudio de amortiguamiento y se instalan dichos dispositivos, o que bien no supere el 15% de la carga de rotura si no se instalan.

El tipo y número de amortiguadores a colocar, así como su posición, es función del tipo de conductor y sus condiciones de tendido. La cantidad de amortiguadores debe ser calculada por el fabricante de los mismos

Cuando se requieran dos amortiguadores por vano se debe colocar uno en cada extremo.

Las distancias de colocación para los conductores desnudos se medirán desde el punto de salida del conductor de la grapa, y para los conductores con varillas desde el eje vertical de la grapa.

Contrapesos: En caso de ser necesario se instalarán, en los puentes flojos de los apoyos con cadena de amarre, dos contrapesos por puente y conductor de fase.

El contrapeso, de hierro fundido, galvanizado y con un peso aproximado de 10 kg, no deberá dañar al conductor y estará protegido contra la corrosión.

Salvapájaros: en cumplimiento de la normativa vigente en la que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión se instalarán, en los casos que así lo determine el órgano competente de la comunidad autónoma, tiras en "X" de neopreno (35 cm x 5 cm) o espirales (30 cm de diámetro por 1 metro de longitud) como medida preventiva anticolisión.

Se colocarán en los conductores de fase y/o de tierra, de diámetro aparente inferior a 20 mm, de manera que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 m como máximo.

Placas de señalización: En todos los apoyos se instalará una placa señalización de riesgo eléctrico, donde se indicará la tensión de la línea (kV), el titular de la instalación

y el número del apoyo. La placa se instalará a una altura del suelo de 3 m. en la cara paralela o más cercana a los caminos o carreteras, para que pueda ser vista fácilmente

Separadores: los separadores se utilizan para mantener la distancia entre conductores de una fase en un vano.

En el interior de las mordazas del separador, y en contacto con el conductor, existe un inserto de neopreno que lo protege y actúa como absorbente de los movimientos de los conductores de las fases. Las mordazas se aprietan sobre el conductor utilizando un tornillo. El par de apriete será especificado por el fabricante.

Los separadores serán de aleación de aluminio.

17.9. Puesta a tierra

El cálculo de las tomas de tierra se calcula para cada apoyo, según establece el "*Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión*" aprobado mediante Real Decreto RD 223/2008 en el Consejo de Ministros del 15 de febrero de 2008 en el apartado 7 de la instrucción técnica complementaria ITC-LAT 07 "Líneas aéreas con conductores desnudos".

Así, de acuerdo con el capítulo 7 de la ITC-LAT-07 del RD 223/2008, de 15 de febrero, cada apoyo de Línea Aérea de Alta Tensión contemplado en el siguiente anteproyecto, dispondrá de un electrodo de tierra subterráneo específico, con el propósito de limitar las tensiones peligrosas de paso y de contacto a las que pudieran verse sometidas las personas que permanezcan o circulen en sus proximidades.

Los electrodos de tierra para cada uno de los apoyos se han diseñado en base a los siguientes puntos:

• Resistencia a los esfuerzos mecánicos y a la corrosión.

• Resistencia térmica a la corriente de falta más elevada.

• Garantizar la seguridad de las personas durante una falta a tierra.

• Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la Línea.

• Material constitutivo del apoyo.

• Ubicación del apoyo:

- No frecuentados.
- Frecuentados con calzado.
- Frecuentados sin calzado.

• Tiempo de la desconexión automática en caso de defecto a tierra.

• Aumento del potencial de tierra en caso de defecto a tierra.

• Actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra.

Por su ubicación, se consideran apoyos frecuentados los que estén ubicados en los siguientes sitios:

- Lugares de acceso público, donde las personas ajenas a la línea se queden durante un tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas.
- Lugares de acceso público, donde las personas ajenas a la línea se queden durante un tiempo corto, pero muchas veces al día, como cerca de áreas residenciales o campos de juego.
- Los lugares que solamente se ocupen ocasionalmente, como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc. no estarían incluidos en los dos casos anteriores.

Todos los apoyos necesarios para la línea de 30 kV objeto del presente proyecto han sido considerados como apoyos no frecuentados**,** puesto que están ubicados en zonas de campo abierto o de cultivo, o cercanos a pistas en las que el paso es muy esporádico y el tiempo de permanencia muy corto en caso de producirse. A carreteras con mayor entidad y tráfico más frecuente se ha respetado una distancia suficiente como para considerar el apoyo como no frecuentado.

Por tanto, en principio, no se considera necesaria la instalación de antiescalo.

Se considera igualmente, que las protecciones ubicadas en las subestaciones inicio y final de línea serán de desconexión automática.

17.10. Sistema de puesta a tierra

Para los apoyos no frecuentados con cimentación tipo patas separadas, se realizará para cada pata una puesta a tierra según las siguientes figuras:

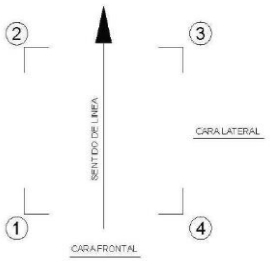


Ilustración 83. Puesta a tierra

Dependiendo del tipo de suelo en el que se instale el apoyo:

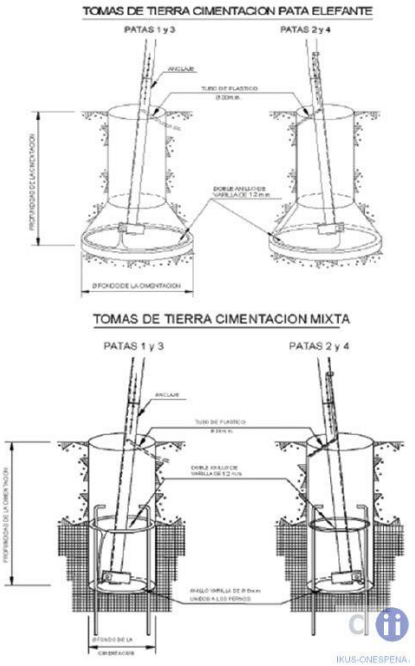


Ilustración 84. Puesta a tierra

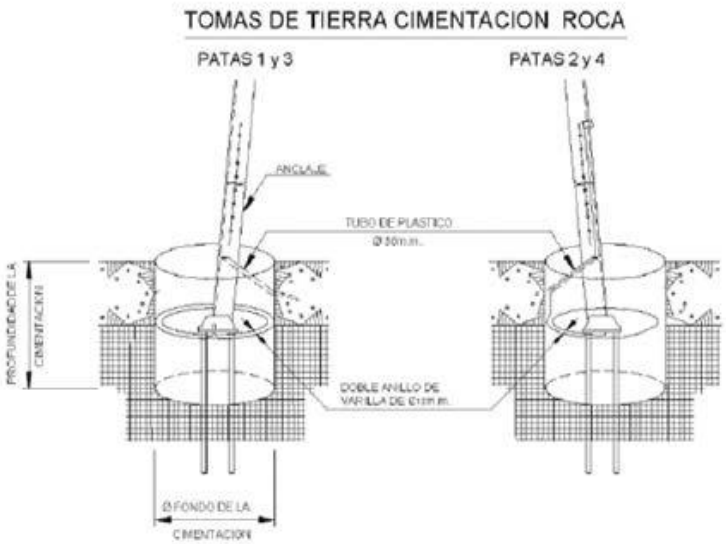
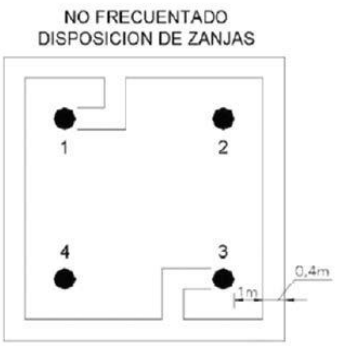


Ilustración 85. Puesta a tierra

Adicionalmente se realizará una zanja de 0,40 metros de ancho y 0,60 metros de profundidad constituyendo un anillo situado alrededor del apoyo a una distancia de 1 metro de los montantes.

En el caso de terreno de roca la profundidad será de 0,40 metros y en zona agrícola la profundidad será de 0,80 metros.

El anillo de puesta a tierra estará constituido por varillas de acero descarburado de sección ≥100 mm2 (12 mm de diámetro) según apartado 3.4 ITC-RAT13, utilizándose varilla doble separada 0,40 metros.



Zanja de 0,40m de profundidad en roca

Zanja de 0,60m de profundidad en tierra

Zanja de 0,40m de profundidad en zona agrícola

Las uniones entre el conductor y las picas se realizarán mediante soldaduras aluminotérmicas.

En los apoyos No Frecuentados, con desconexión automática inferior a 1 segundo, no será obligatorio garantizar valores de tensión de contacto inferiores a los máximos admisibles. Sin embargo, el valor de la resistencia de puesta tierra será lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra.

17.11. Cruzamientos y paralelismos

17.11.1. Distancias mínimas

Las distancias de seguridad y el aislamiento necesario se justificarán en el proyecto de ejecución y cumplirán con lo indicado en la ITC-07 del Reglamento de Líneas eléctricas de alta tensión. Para el cálculo de las distancias mínimas de seguridad, que se incluirá en el proyecto de ejecución, se considerarán las siguientes distancias eléctricas reglamentarias:

- Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencia de tierra, en sobretensiones de frente lento o rápido.
- Dpp = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase, durante sobretensiones de frente lento o rápido.
- Dadd = Distancia de aislamiento adicional.
- asom = Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta entre las partes en tensión y las partes puestas a tierra.

Las distancias de seguridad Dadd + Del deben ser siempre superiores a 1,1 veces asom.

Los valores de las anteriores distancias Del y Dpp son los siguientes:

TENSION MÁS ELEVADA DE LA RED (kV)	Del (m)	Dpp (m)
36	0,35	0,40

Tabla 66. Distancias según la tensión de la red

A continuación, se analizarán las distancias mínimas de seguridad a tener en cuenta para este Proyecto de acuerdo al ITC07 del R.L.A.T.

17.11.2. Distancia entre conductores

La distancia mínima entre conductores viene marcada por el artículo 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T., esto es:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

Siendo:

- D: Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.
- K: Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se tomará de la tabla 16 del apartado 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T.
- K': Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea K'=0,85 para líneas de categoría especial y K'=0,75 para el resto de las líneas.
- F: Flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3 de la ITC07 del R.L.A.T. (m).
- L: Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos L=0.
- Dpp: Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de Dpp se indican en el apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T., en función de la tensión más elevada de la línea.

17.11.3. Distancia a partes puestas a tierra

Según el artículo 5.4.2 de la ITC07 del R.L.A.T. la separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, no será inferior a Del, con un mínimo de 0,2m. Los valores de este parámetro están en la tabla 15 del apartado 5.2 de la ya citada ITC07 del R.L.A.

17.11.4. Distancia de los conductores al terreno, caminos, sendas y cursos de agua no navegables

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC07 del R.L.A.T. la altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según las hipótesis de temperatura y de hielo según el apartado 3.2.3, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, senda, vereda o superficies de agua no navegables, a una altura mínima de:

Dadd + Del = 5,3 + Del en metros, (con un mínimo de 6 m)

No obstante, en lugares de difícil acceso las anteriores distancias podrán ser reducidas en un metro.

Siendo:

- Del: la distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Del puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externa, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo. Los valores de este parámetro están en la tabla 15 del apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T.
- Dadd + Del: Distancia del conductor inferior al terreno, en metros.

17.11.5. Distancias a otras líneas aéreas

Cruzamientos

En los cruces de líneas eléctricas aéreas se situará a mayor altura la de tensión más elevada y, en el caso de igual tensión; la que se instale con posterioridad. En todo caso, siempre que fuera preciso sobre elevar la línea preexistente, será de cargo del propietario de la nueva línea la modificación de la línea ya instalada. Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la línea superior no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{el} = 1{,}5 + D_{el}$$

Con un mínimo de:

- 2 metros para líneas de tensión de hasta 45 kV.
- 3 metros para líneas de tensión superior a 45 kV y hasta 66 kV.
- 4 metros para líneas de tensión superior a 66 kV y hasta 132 kV.
- 5 metros para líneas de tensión superior a 132 kV y hasta 220 kV.
- 7 metros para líneas de tensión superior a 220 kV y hasta 400 kV.

Considerándose los conductores de ésta, en su posición de máxima desviación bajo la acción de la hipótesis de viento a) del apartado 3.2.3 de la ITC07 del RLAT. Los valores de Del se indican en el apartado 5.2 de la ITC07 del RLAT en función de la tensión más elevada de la línea inferior.

La mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas en las condiciones más desfavorables no deberá ser inferior a:

Dadd + Dpp en metros.

A la distancia de aislamiento adicional, Dadd, se le aplicarán los valores de la tabla 17 del apartado 5.6.1 de la ITC07 del RLAT.

La distancia mínima vertical entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de tierra convencionales o cables compuestos tierra óptico (OPGW) de la línea eléctrica inferior en el caso de que existan, no deberá ser inferior a:

Dadd + Del = 1,5 + Del en metros, (con un mínimo de 2m).

Las líneas de telecomunicación serán consideradas como líneas eléctricas de baja tensión y su cruzamiento estará sujeto por lo tanto a las mismas prescripciones.

Proximidades y Paralelismos

Se evitará siempre que se pueda la construcción de líneas de alta tensión paralelas a distancias (entre las trazas de los conductores más próximos) inferiores a 1,5 veces de altura del apoyo más alto. Se exceptúan de la anterior recomendación las zonas de acceso a centrales generadoras y estaciones transformadoras.

Respecto al paralelismo entre líneas de alta tensión con líneas de telecomunicación, se evitará siempre que se pueda, y cuando ello no sea posible se mantendrá entre las trazas de los conductores más próximos una distancia mínima igual a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

17.11.6. Distancias a carreteras

Cruzamientos

La distancia mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera será de:

Dadd + Del en metros, (con un mínimo de 7m).

Siendo:

- Dadd = 7,5 para líneas de categoría especial
- Dadd = 6,3 para líneas del resto de categorías.

La distancia mínima del cable de tierra OPGW sobre la rasante de la carretera debe ser 7m, según la ITC07 del RLAT. En nuestro caso se cumple al ir este cable instalado por encima de los conductores de fase.

Proximidades y Paralelismos

Para la Red de Carreteras del Estado, la instalación de apoyos se realizará preferentemente detrás de la línea límite de edificación y a una distancia a la arista exterior de la calzada superior a vez y media su altura. La línea límite de edificación es la situada a 50 metros en autopistas, autovías y vías rápidas, y a 25 metros en el resto de carreteras de la Red de Carreteras del Estado de la arista exterior de la calzada.

Para las carreteras no pertenecientes a la Red de Carreteras del Estado, la instalación de los apoyos deberá cumplir la normativa vigente de cada comunidad autónoma aplicable a tal efecto.

Independientemente de que la carretera pertenezca o no a la Red de Carreteras del Estado, para la colocación de apoyos dentro de la zona de afección de la carretera, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración. Para la Red de Carreteras del Estado, la zona de afección comprende una distancia de 100 metros desde la arista exterior de la explanación en el caso de autopistas, autovías y vías rápidas, y 50 metros en el resto de las carreteras de la Red de Carreteras del Estado.

Para los paralelismos no son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.de la ITC07 del RLAT.

17.11.7. Distancias a ferrocarriles sin electrificar

Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC07 del RLAT. La distancia mínima de los conductores de la línea eléctrica sobre las cabezas de los carriles será la misma que para cruzamientos con carreteras.

Proximidades y Paralelismos

A ambos lados de las líneas ferroviarias que formen parte de la red ferroviaria de interés general se establece la línea límite de edificación desde la cual hasta la línea ferroviaria queda prohibido cualquier tipo de obra de edificación, reconstrucción o ampliación.

La línea límite de edificación es la situada a 50 metros de la arista exterior de la explanación medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea. No se autorizará la instalación de apoyos dentro de la superficie afectada por la línea límite de edificación.

Para la colocación de apoyos en la zona de protección de las líneas ferroviarias, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración. La línea límite de la zona de protección es la situada a 70 metros de la arista exterior de la explanación, medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea.

Para los paralelismos no son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.de la ITC07 del RLAT.

17.11.8. Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC07 del RLAT.

En el cruzamiento entre las líneas eléctricas y los ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses, la distancia mínima vertical de los conductores de la línea eléctrica, con su máxima flecha vertical, sobre el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril será d:

Dadd + Del = 3,5 + Del en metros, (con un mínimo de 4m).

Proximidades y paralelismos

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de paralelismo como en el caso de cruzamientos, se seguirá lo indicado en al apartado 5.8 para ferrocarriles sin electrificar.

17.11.9. Distancias a teleféricos y cables transportadores

Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC07 del RLAT.

La distancia mínima vertical entre los conductores de la línea eléctrica, con su máxima flecha vertical y la parte más elevada del teleférico, teniendo en cuenta las oscilaciones de los cables de este durante su explotación normal y la posible sobre elevación que pueda alcanzar por reducción de carga en caso de accidente será de:

Dadd + Del = 4,5 + Del en metros, (**con un mínimo de 5m**)

La distancia del cable de tierra OPGW a la parte más elevada del teleférico será de 5m.

Proximidades y Paralelismos

La distancia horizontal entre la parte más próxima del teleférico y los apoyos de la línea eléctrica en el vano de cruce será como mínimo la que se obtenga de la fórmula anteriormente indicada.

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.de la ITC07 del RLAT.

17.11.10. Distancias a ríos y canales navegables o flotables

Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC07 del RLAT.

En los cruzamientos con ríos y canales, navegables o flotables, la distancia mínima vertical de los conductores, con su máxima flecha vertical, sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será:

- Líneas de categoría especial: G + Dadd + Del = G + 3,5 + Del en metros,
- Resto de líneas: G + Dadd + Del = G + 2,3 + Del en metros,

Siendo G= Gálibo (4,7 m cuando no está definido).

La distancia del cable de tierra OPGW sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será de 7m, cumpliéndose en nuestro caso al ir este cable instalado por encima de los conductores de fase.

Proximidades y Paralelismos

La instalación de apoyos se realizará a una distancia de 25 metros y, como mínimo, vez y media la altura de los apoyos, desde el borde del cauce fluvial correspondiente al caudal de la máxima avenida. No obstante, podrá admitirse la colocación de apoyos a distancias inferiores si existe la autorización previa de la administración competente.

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.de la ITC07 del RLAT.

17.11.11. Paso por zonas

Bosques, árboles y masas de arbolado

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.de la ITC07 del RLAT.

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

Dadd + Del = 1,5 + Del en metros, (con un mínimo de 2m).

Edificios, construcciones y zonas urbanas

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.de la ITC07 del RLAT.

Conforme a lo establecido en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados:

Dadd + Del = 3,3 + Del en metros, (con un mínimo de 5m).

Análogamente, no se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida anteriormente.

No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella, serán las siguientes:

- Sobre puntos accesibles a las personas: 5,5 + Del metros, con un mínimo de 6 metros.
- Sobre puntos no accesibles a las personas: 3,3 + Del metros, con un mínimo de 4 metros.

17.11.12. Proximidades a obra

Cuando se realicen obras próximas a la línea aérea y con objeto de garantizar la protección de los trabajadores frente a los riesgos eléctricos según la reglamentación aplicable de prevención de riesgos laborales, y en particular el Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, el promotor de la obra se encargará de que se realice la señalización mediante el balizamiento de la línea aérea. El balizamiento utilizará elementos normalizados y podrá ser temporal.

17.12. Protección avifauna

Se cumplirán las prescripciones establecidas en:

- Decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión.
- RD 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

Se establecerán las soluciones técnicas necesarias para garantizar las condiciones exigidas por la reglamentación medioambiental vigente en cuestión de protección de la Avifauna.

En la normativa vigente, anteriormente mencionada, de protección de la avifauna para instalaciones eléctricas de alta tensión, se establecen condiciones técnico-ambientales exigibles a dichas instalaciones eléctricas, con el fin de minimizar los riesgos de mortalidad de la avifauna por electrocución y colisión con las mismas.

De lo reflejado tanto en el RD 1432/2008 como en el Decreto 178/2006, las medidas de protección a analizar son:

17.12.1. Medidas antielectrocución

Serán de aplicación a las instalaciones eléctricas aéreas de alta tensión en los siguientes casos:

- A las de nueva construcción, así como a las ampliaciones o modificaciones de las existentes que requieran autorización administrativa.
- A las instalaciones existentes que discurran por las zonas de protección definidas en el artículo 4 del RD 1432/2008, de 29 de Agosto.

17.12.2. Medidas anticolisión

Serán de aplicación a las instalaciones eléctricas aéreas de alta tensión en los siguientes casos:

- A las líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos ubicadas en zonas de protección definidas en el artículo 4 del RD 1432/2008, de 29 de Agosto, que sean de nueva construcción, o que no cuenten con un proyecto de ejecución aprobado a la entrada en vigor de este real decreto, así como a las ampliaciones o modificaciones de líneas eléctricas aéreas de alta tensión ya existentes. También será de aplicación lo especificado en el artículo 3.2 del Decreto 178/2006.
- También se aplica, de manera voluntaria, a las líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos existentes a la entrada en vigor del RD 1432/2008, ubicadas en zonas de protección definidas en el artículo 4 del RD 1432/2008.

17.12.3. Medidas de prevención

Según se establece en el Real Decreto 1432/2008, de 29 de Agosto, así como en el Decreto 178/2006, de 10 de Octubre, las medidas de prevención son las siguientes:

<u>Medidas de Prevención ante la Electrocución</u>

La electrocución de las aves se produce cuando tocan accidentalmente con alguna parte de su cuerpo dos conductores al mismo tiempo, o un conductor y tierra. Evidentemente, el puente puede ser ocasionado al tocarse dos aves entre sí, en las condiciones anteriores.

- Las líneas se habrán de construir con cadenas de aisladores suspendidos, evitándose la disposición horizontal de los mismos, excepto los apoyos de ángulo, anclaje y fin de línea.
- Los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, transformadores, de derivación, anclaje, fin de línea, se diseñarán de forma que no se sobrepase con

elementos en tensión las crucetas no auxiliares de los apoyos. En su defecto se procederá al aislamiento de los puentes de unión entre los elementos en tensión mediante dispositivos de probada eficacia.

- La unión entre los apoyos y los transformadores o seccionadores situados en tierra, que se encuentren dentro de casetillas de obra o valladas, se hará con cable seco o trenzado.
- Los apoyos de alineación tendrán que cumplir las siguientes distancias mínimas accesibles de seguridad: entre la zona de posada y elementos en tensión la distancia de seguridad será de 0,75 m, y entre conductores de 1,5 m. Esta distancia de seguridad podrá conseguirse aumentando la separación entre los elementos, o bien mediante el aislamiento efectivo y permanente de las zonas de tensión.
- En el caso de armado tresbolillo, la distancia entre la cruceta inferior y el conductor superior del mismo lado o del correspondiente puente flojo no será inferior a 1,5 metros, a menos que el conductor o el puente flojo esté aislado.
- Para crucetas o armados tipo bóveda, la distancia entre la cabeza del poste y el conductor central no será inferior a 0,88 metros, a menos que se aísle el conductor central 1 metro a cada lado del punto de enganche.
- Los apoyos de anclaje, ángulo, derivación, fin de línea y, en general, aquellos con cadena de aisladores horizontal, deberán tener una distancia mínima accesible de seguridad entre la zona de posada y los elementos en tensión de 1 metro. Esta distancia de seguridad podrá conseguirse aumentando la separación entre los elementos, o bien mediante el aislamiento de las zonas de tensión.
- Se instalarán preferentemente apoyos tipo tresbolillo frente a cualquier otro tipo de poste en líneas aéreas con conductor desnudo para tensiones nominales iguales o inferiores a 36 kV.
- Los diferentes armados han de cumplir unas distancias mínimas de seguridad «d», tal y como se establece en el cuadro que se contiene en el anexo del RD 1432/2008. Las alargaderas en las cadenas de amarre deberán diseñarse para evitar que se posen las aves. En el caso de constatarse por el órgano competente de la comunidad autónoma que las alargaderas y las cadenas de amarre son utilizadas por las aves para posarse o se producen electrocuciones, la medida de esta distancia de seguridad no incluirá la citada alargadera.
- En el caso de crucetas distintas a las especificadas en el cuadro de crucetas del apartado e), la distancia mínima de seguridad «d» aplicable será la que corresponda a la cruceta más aproximada a las presentadas en dicho cuadro.

Medidas de Prevención ante la Colisión

- Las instalaciones eléctricas que estén dentro del ámbito de aplicación o cuando así lo determine el órgano competente de la comunidad autónoma., estarán dotadas de salvapájaros o señalizadores visuales en los cables de tierra aéreos o en los conductores, si aquellos no existen. En ausencia de cable de tierra aéreo se colocarán los salvapájaros en uno de los cables superiores.
- Los salvapájaros o señalizadores consistirán en espirales, tiras formando aspas u otros sistemas de probada eficacia y mínimo impacto visual realizados con

materiales opacos que estarán dispuestos cada 5 metros, cuando el cable de tierra sea único, o alternadamente cada 10 metros cuando sean dos los cables de tierra paralelos, o en su caso, en los conductores.

- Los salvapájaros o señalizadores visuales se han de colocar en los cables de tierra. Si estos últimos no existieran, en las líneas en las que únicamente exista un conductor por fase, se colocarán directamente sobre aquellos conductores que su diámetro sea inferior a 20 mm. Los salvapájaros o señalizadores serán de materiales opacos y estarán dispuestos cada 5 metros (si el cable de tierra es único) o alternadamente, cada 20 metros (si son dos cables de tierra paralelos o, en su caso, en los conductores). La señalización en conductores se realizará de modo que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 metros, para lo cual se dispondrán de forma alterna en cada conductor y con una distancia máxima de 20 metros entre señales contiguas en un mismo conductor. En aquellos tramos más peligrosos debido a la presencia de niebla o por visibilidad limitada, el órgano competente de la comunidad autónoma podrá reducir las anteriores distancias.
- Los salvapájaros o señalizadores serán del tamaño mínimo siguiente:
- Espirales: Con 30 cm de diámetro × 1 metro de longitud.
- De 2 tiras en X: De 5 × 35 cm.
- Se podrán utilizar otro tipo de señalizadores, siempre que eviten eficazmente la colisión de aves, a juicio del órgano competente de la comunidad autónoma.

17.12.4. Soluciones adoptadas

Medidas Anti-Electrocución

Debido al tipo de crucetas, siendo en este caso de jabalcón, y a la distancia mínima considerada entre fases, así como la longitud de las cadenas de aisladores, no será necesario considerar ningún tipo de medidas anti-electrocución.

Medidas Anticolisión

Se colocarán salva-pájaros en el cable de fibra superior (OPGW) dispuestos cada 5 metros.

18. Resumen de presupuesto

Código	*Capítulo*	*Resumen*	*Importe*
		INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE "PE-IFV LOS MORALES"	
1	**Trabajos previos**		**94.000,00 €**
2	**Suministro de Equipos Principales**		**26.971.082,00 €**
3	**Obra Civil**		**4.278.262,38 €**
3.1	Viales planta fotovoltaica		11.000,00 €
3.2	Vial acceso-aglomerado		52.000,00 €
3.3	Vial acceso-aglomerado		1.913.137,29 €
3.4	Plataforma de montaje		525.252,02 €
3.5	Acondicionamiento del terreno		57.532,18 €
3.6	Cimentaciones		1.489.884,88 €
3.7	Canalizaciones		171.868,07 €

3.8	Sistema de drenaje	14.808,03 €
4	**Suministro y Montaje Mecánico**	**1.093.003,17 €**
5	**Suministro y Montaje Eléctrico**	**683.752,25 €**
5.1	Instalación de Baja Tensión (CC)	345.186,36 €
5.2	Instalación de Media Tensión	222.147,98 €
5.3	Instalación Puesta a Tierra	56.417,92 €
6	**Control y Comunicaciones**	**226.101,13 €**
7	**Sistema de Seguridad**	**150.000,00 €**
8	**Varios**	**266.991,09 €**
	Total Presupuesto Ejecución Material Instalación Híbrida Renovable "PE-IFV Los Morales"	**33.763.192,02 €**
	SUBESTACIÓN ELEVADORA	
1	**Obra Civil**	**322.807,00 €**
1.1	Movimiento de tierras	21.367,00 €
1.2	Bancada de transformadores	75.000,00 €
1.3	Canalización eléctrica y drenajes	22.500,00 €
1.4	Edificio de control	110.000,00 €
1.5	Cimentaciones	85.500,00 €
1.6	Cerramiento exterior	8.440,00 €
2	**Suministro de equipos y materiales**	**1.744.185,00 €**
2.1	Suministro de equipos y materiales 66 kV	740.425,00 €
2.2	Suministro de equipos y materiales 30 kV	186.500,00 €
2.3	SSAA, paneles de control, protección y medida	304.000,00 €
2.4	Sistema de puesta a tierra	6.060,00 €
2.5	Alumbrado exterior	7.200,00 €
2.6	Montaje electromecánico	500.000,00 €
3	**Varios**	**216.000,00 €**
	Total Presupuesto Ejecución Material Subestación Elevadora	**2.282.992,00 €**
	LÍNEA DE EVACUACIÓN 30 KV	
1	**Trabajos previos**	**13.000,00 €**
2	**Línea de evacuación**	**220.269,43 €**
2.1	Obra Civil	34.837,85 €
2.2	Suministro y Montaje Mecánico	33.988,60 €
2.3	Suministro y Montaje Eléctrico	151.442,98 €
3	**Varios**	**63.000,00 €**
	Total Presupuesto Ejecución Material Línea evacuación 30 kV	**296.269,43 €**
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	
1	**Estudio de Seguridad y Salud total del proyecto**	**42.006,92 €**
	Total Presupuesto ESS	**42.006,92 €**
	Presupuesto Ejecución TOTAL	
	Presupuesto de Ejecución Material total	**36.384.460,36 €**
	Gastos generales (13%)	**4.729.979,85 €**
	Beneficio Industrial (6%)	**2.466.866,41 €**
	IVA (21%)	**9.152.074,39 €**
		TOTAL
	TOTAL Presupuesto Ejecución (SIN IVA)	**43.581.306,62 €**
	TOTAL Presupuesto Ejecución (CON IVA)	**52.733.381,02 €**

El total del Presupuesto de Ejecución por Contrata asciende a la cantidad de CINCUENTA Y DOS MILLONES SETECIENTOS TREINTA Y TRES MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS CON DOS CÉNTIMOS, I.V.A. incluido.

Córdoba, Julio de 2023

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426

Anejo 1: Memoria de cálculo BT

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales", LMT de interconexión PE y subestación elevadora 66/30 kV en los TT.MM. de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 18,49 MW
Potencia instalada eólica: 31,50 MW
Capacidad de acceso: 31,50 MW

Promotor**: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Julio 2023

ÍNDICE

1. OBJETO 4

2. NORMATIVA APLICABLE 4

3. CÁLCULO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO 4

3.1. NÚMERO DE MÓDULOS POR STRING 4

3.2. NÚMERO MÁXIMO DE STRINGS EN PARALELO POR INVERSOR 7

4. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN 7

4.1. OBJETO 7

4.2. CRITERIOS DE DISEÑO 7

4.3. CABLEADO DE BAJA TENSIÓN 8

4.3.1. Circuito strings – caja de conexión 8

4.3.2. Circuito inversor – estación de potencia 8

4.4. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN 9

4.5. METODOLOGÍA DE CÁLCULO 9

4.5.1. Calculo por densidad de corriente 10

4.5.2. Cálculo por caída de tensión 13

4.6. SISTEMA DE PROTECCIONES 13

4.6.1. Protección contra sobreintensidades 13

4.6.2. Protección Contra sobretensiones 14

4.7. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO 14

4.8. PÉRDIDA DE POTENCIA 15

4.9. RESULTADOS DE CÁLCULO 16

5. ESTUDIO DE PUESTA A TIERRA 16

5.1. OBJETIVO Y ALCANCE 16

5.2. NORMATIVA APLICABLE 16

5.3. DATOS DE PARTIDA 16

5.3.1. Corriente de Cortocircuito 16

5.3.2. Resistividad del Terreno 17

5.4. RED DE TIERRA DE PROTECCIÓN 17

5.4.1. Cálculo de la Sección de los Conductores de Puesta a Tierra 17

5.4.2. Tensión de Paso y Contacto Máximas Admisibles 18

5.4.3. Tensiones de Paso y Contacto Estimadas 18

5.4.4. Resistencia de Puesta a Tierra 19

5.4.5. Resultados 20

ANEXO I: CÁLCULO DE CIRCUITOS BT 21

1. CIRCUITOS STRING – CAJAS DE CONEXIÓN 22

2. CIRCUITO CAJAS DE CONEXIÓN – ESTACIÓN DE POTENCIA 79

1. Objeto

Se redacta el siguiente anejo para dar justificación a los datos de diseño que se han considerado para la elaboración del Proyecto Ejecutivo de la instalación fotovoltaica Los Morales.

En la presente memoria de cálculo se llevará a cabo el estudio de los siguientes cálculos eléctricos:

- Cálculo del generador fotovoltaico.
- Cálculo circuito solar en corriente continua.
- Cálculos de circuitos de corriente alterna en baja tensión.
- Cálculos de protecciones.
- Cálculos de red de tierras.

2. Normativa aplicable

El cálculo de la instalación solar fotovoltaica se ha realizado siguiente las siguientes normativas:

- UNE-HD 60364-7-712: sistemas de alimentación solar fotovoltaica.
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de Baja Tensión.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- UNE-EN 60296-6: Fusibles de baja tensión. Parte 6: Requisitos suplementarios para los cartuchos fusibles utilizados para la protección de sistemas de energía solar fotovoltaica
- UNE-EN 60865-1: Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- IEC 60502-2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um=1,2 kV) up to 30 kV (Um=36 kV).
- IEC 60228: Conductors of insulated cables.

3. Cálculo del generador fotovoltaico

En el presente apartado se calcula el número máximo y mínimo de módulos por string para el diseño del Proyecto, así como las ramas en paralelo que se conectan a cada inversor.

3.1. Número de módulos por string

El número máximo de módulos en serie que conforman un string se calcula verificando que la tensión más elevada que pueda alcanzar el string (tensión de circuito abierto Voc) no supere nunca a la tensión máxima del sistema (1.500 V).

$$\text{Nº de módulos en serie} \cdot Voc < Tensión\ del\ sistema$$

Por tanto, se ha de comprobar que, incluso en las condiciones más desfavorables, la tensión del circuito abierto de una asociación en serie de módulos no supere los 1.500 V.

La tensión de circuito abierto del módulo en función de la temperatura mínima viene dada por la siguiente expresión:

$$Voc_{invierno} = Voc_{25ºC} \cdot [1 + (T - 25ºC) \cdot \beta]$$

Donde:

- $Voc_{invierno}$ es la tensión de circuito abierto del módulo para una determinada temperatura de trabajo (en V).
- $Voc_{25ºC}$ es la tensión de circuito abierto del módulo a 25ºC para una determinada irradiancia incidente en el mismo. Este valor lo proporciona el fabricante en el archivo *.pan del módulo (en V).
- β es el coeficiente que indica la variación de potencia del módulo en función de la temperatura. Este dato es proporcionado por el fabricante en la hoja técnica de datos del módulo (en %/ºC).
- T es la temperatura ambiente en invierno (- 5 ºC)

Aplicando los valores en la fórmula se obtiene:

$$Voc_{T^a mod} = 51{,}47 \cdot \left[1 + (-5 - 25ºC) \cdot \frac{-0{,}25}{100}\right] = 55{,}33\ V$$

$$\text{nº de módulos en serie} < \frac{Tensión\ del\ sistema}{Voc\ máxima};\ nº\ de\ módulos\ en\ serie < \frac{1500}{55{,}33} = 27{,}1$$

Según el cálculo, el número máximo de módulos en serie a instalar es de 27.

Una vez determinado el número máximo de módulos por string en la temperatura más desfavorable hay que verificar que el número de strings en serie trabajan en el rango de tensión del MPPT del inversor (según ficha técnica 935 V – 1.300 V). Esta comprobación se realiza calculando el voltaje de trabajo del string de diseño en la mínima y máxima temperatura del emplazamiento, quedando este en el rango admitido por el inversor.

En primer lugar, se calculará la tensión de trabajo en invierno (con la temperatura mínima del emplazamiento):

$$Vmpp_{invierno} = Vmpp_{25ºC} \cdot [1 + (T_{min} - 25ºC) \cdot \beta] \cdot N_S$$

Donde:

- $Vmpp_{invierno}$ es la tensión de trabajo del módulo para una determinada temperatura de trabajo (en V).

- $Voc_{25ºC}$ es la tensión de circuito abierto del módulo a 25ºC para una determinada irradiancia incidente en el mismo. Este valor lo proporciona el fabricante en el archivo *.pan del módulo (en V).

- β es el coeficiente que indica la variación de potencia del módulo en función de la temperatura. Este dato es proporcionado por el fabricante en la hoja técnica de datos del módulo (en %/ºC).

- T_{min} es la temperatura ambiente en invierno (- 5 ºC)

- N_S número de módulos en serie.

$$Vmpp_{invierno} = 42{,}59 \cdot \left[1 + (-5 - 25ºC) \cdot \frac{-0{,}25}{100}\right] \cdot 26 = 1.190{,}38\ V$$

$$Vmpp_{invierno} < Vmpp_{inversor} \rightarrow 1.190{,}38\ V < 1.500\ V$$

Según el cálculo, el voltaje de trabajo del string de diseño en invierno está por debajo del voltaje de trabajo máximo del inversor por lo que el número de módulos en serie establecido es correcto.

En segundo lugar, se calculará la tensión de trabajo en verano (con la temperatura máxima del emplazamiento):

$$Vmpp_{verano} = Vmpp_{25ºC} \cdot [1 + (T_{max} - 25ºC) \cdot \beta] \cdot N_S$$

Donde:

- $Vmpp_{verano}$ es la tensión de trabajo del módulo para una determinada temperatura de trabajo (en V).

- $Voc_{25ºC}$ es la tensión de circuito abierto del módulo a 25ºC para una determinada irradiancia incidente en el mismo. Este valor lo proporciona el fabricante en el archivo *.pan del módulo (en V).

- β es el coeficiente que indica la variación de potencia del módulo en función de la temperatura. Este dato es proporcionado por el fabricante en la hoja técnica de datos del módulo (en %/ºC).

- T_{max} es la temperatura máxima (70 ºC)

- N_S número de módulos en serie.

$$Vmpp_{verano} = 42{,}59 \cdot \left[1 + (70 - 25ºC) \cdot \frac{-0{,}25}{100}\right] \cdot 26 = 1.038{,}13\ V$$

$$Vmpp_{verano} > Vmpp_{inversor} \rightarrow 1.038{,}13\ V > 935\ V$$

Según el cálculo, el voltaje de trabajo del string de diseño en verano está por encima del voltaje de trabajo mínimo del inversor por lo que el número de módulos en serie establecido es correcto.

3.2. Número máximo de strings en paralelo por inversor

La intensidad máxima admisible por cada inversor es de 1870 A, según ficha técnica. Teniendo en cuenta ese dato, se deben cumplir las siguientes condiciones:

Intensidad máxima entrada inversor	
I_{mppt} (A) en STC	13,62
I_{sc} (A) en STC	14,37
Intensidad entrada máxima inversor (A)	1870
Número máximo strings	137

Tabla 1. Número máximo de ramas en paralelo

Por lo tanto, el número máximo de strings que se pueden conectar en el inversor para no superar la intensidad máxima de entrada del mismo es de 137 strings. Conectándose en este caso en el proyecto 136 como máximo.

4. Cálculo de la instalación eléctrica de baja tensión

4.1. Objeto

En este apartado se definen los criterios de diseño para el dimensionamiento del cableado y protecciones de baja tensión de la Planta fotovoltaica.

4.2. Criterios de diseño

A continuación, se exponen los distintos criterios de diseño considerados para el diseño eléctrico de la planta fotovoltaica.

- El factor de carga de los circuitos según las condiciones de instalación no será superior al 95%.
- La caída máxima de tensión considerada para los circuitos de baja tensión será del 1,5 % en corriente continua y 1,5% en corriente alterna. La pérdida de potencia máxima será igualmente de 1,5 %.
- La temperatura ambiente considerada para el diseño será de 40 ºC.
- La temperatura del terreno considerada para el diseño será de 25 ºC.
- La resistividad del terreno considerada para el diseño será de 1,00 k*m/W, la cual se actualizará al realizar estudio geotécnico.
- La resistividad eléctrica del terreno se ha considerado en 200 Ω*m para la capa superficial a una profundidad de 0,80 m.
- La cantidad de circuitos agrupados dependerá del tramo en cuestión.

- Para las canalizaciones enterradas entubadas de baja tensión se considera que la sección del tubo es al menos 4 veces la sección ocupada por los conductores.

4.3. Cableado de baja tensión

El cableado de baja tensión en corriente continua engloba:

- Circuitos en corriente continua desde los strings hasta las cajas de conexión.
- Circuitos en corriente continua desde las cajas de conexión hasta la estación de potencia.

4.3.1. Circuito strings – caja de conexión

Los circuitos string agrupan módulos en serie cada uno. A continuación, se reflejan las características técnicas de los módulos y strings:

Características del Módulo Fotovoltaico	
Potencia (Wp)	580 W
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (V_{MPP})	42,59 V
Intensidad en el Punto de máxima Potencia (I_{MPP})	13,60 A
Tensión de Circuito Abierto (V_{OC})	51,74 V
Intensidad de Cortocircuito (I_{SC})	14,37 A
Eficiencia, η (%)	22,45 %

Tabla 2. Datos técnicos de los módulos (STC)

String módulos	
Módulos por string	26
Potencia máxima (kWp)	15,08 kWp
Tensión a máxima potencia (V)	1.107,34 V
Intensidad a máxima potencia (A)	13,62 A
Tensión a circuito abierto (V)	1.345,24 V
Intensidad de cortocircuito (A)	17,24 A

Tabla 3. Datos eléctricos del string

4.3.2. Circuito inversor – estación de potencia

Los strings se conectan en las cajas de conexión, desde las cuales se traza un circuito que conecta con la estación de potencia.

Existen distintos tipos de agrupaciones las cajas de conexión, cuyas características se muestran en la siguiente tabla:

Estación de potencia	Inversor nº	Nº Combiner Box	Nº strings	Nº módulos	Potencia pico (kWp)
EP1	1	13	136	3.536	2050,880
EP2	2	13	134	3.484	2020,720
	3	13	134	3.484	2020,720

EP3	4	13	134	3.484	2020,720
	5	13	134	3.484	2020,720
EP4	6	13	136	3.536	2050,880
	7	13	134	3.484	2020,720
EP5	8	13	134	3.484	2020,720
	9	13	134	3.484	2020,720
EP6	10	13	136	3.536	2050,880
	11	13	132	3.432	1990,560
Total	**11**	**143**	**1.478**	**38.428**	**22.288,240**

Tabla 4. Configuración planta fotovoltaica

4.4. Condiciones de la instalación

Para el cálculo de la instalación eléctrica de baja tensión se han considerado las condiciones:

- Temperatura del terreno: 25ºC
- Resistividad media del terreno: 1,00 K·m/W
- Profundidad de enterramiento: 0,5 m – 1,0 m
- Agrupación de circuitos:
  - Circuitos string – cajas de conexión: máximo 5 circuitos de cobre unipolares en contacto en un mismo tubo.
  - Circuito cajas de conexión – estación de potencia: de 2 a 10 circuitos de aluminio unipolares directamente enterrados en 2 niveles, en configuración plana, con una separación de 0,25 m entre circuitos tanto vertical como horizontal.

Notas:

- Dado que no se ha llevado a cabo un estudio geotécnico para analizar las características del suelo, se considera una resistividad térmica del suelo de 1,00 K·m/W según la UNE 21144-3-1.
- Cuando el trazado de los cables cruce caminos, éstos irán siempre entubados.

4.5. Metodología de cálculo

El cálculo de las secciones y tipo de conductores se realizará mediante la aplicación de dos criterios diferentes:

- Densidad de corriente.

- Caída de tensión.

Para la comprobación de cada uno de estos criterios será necesario conocer previamente los siguientes datos para cada circuito:

- Intensidad nominal de diseño.
- Longitud de la línea.
- Intensidad de cortocircuito.
- Caída de tensión máxima admisible.
- Intensidad máxima admisible para cada conductor.
- Nivel de aislamiento requerido al conductor.

4.5.1. Calculo por densidad de corriente

Para el dimensionado del cableado conforme al criterio de densidad de corriente, en todo momento se debe cumplir que:

$$I_b < I_z$$

Donde:

- I_z es la corriente admisible por el conductor en las condiciones de instalación
- I_b es la corriente que transporta el conductor (intensidad nominal de diseño).

De acuerdo con la UNE-HD 60364-7-712, la intensidad calculada será maximizada un 25%:

$$I_b = 1{,}25 \cdot I_{sc}$$

Por otro lado, la intensidad admisible por el conductor en las condiciones de instalación se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$I_z = I_o \cdot K$$

Donde:

- I_z es la corriente admisible por el conductor en las condiciones de instalación.
- I_o es la corriente nominal admisible del conductor.
- K: Factor de corrección en función de las condiciones de la instalación.

Nota: el factor de corrección será el resultado del producto de varios factores de corrección referentes a la temperatura, agrupación de circuitos, resistividad térmica del terreno, etc. Los factores de corrección para las distintas condiciones, así como la corriente nominal de los conductores están tabulados en el REBT.

4.5.1.1. Factores de corrección circuito strings – cajas de conexión

Los factores de corrección aplicados en el cálculo son los siguientes:

- Temperatura del terreno: según la tabla 6 de la ITC-BT 07 se tiene que el factor de corrección en nuestro caso será igual a 1,00 (k_1 = 1,00).

Temperatura de servicio Θ_s (ºC)	Temperatura del terreno, Θ_t, en ºC								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1.11	1.07	1.04	1	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78
70	1.15	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.75	0.67

Tabla 5. Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25°C

- Resistividad térmica del terreno: dado que se desconoce el valor de resistividad térmica del terreno, se supone una resistividad térmica del terrero, de 1,00 Km/W (k_2=1,00).

Tipo de cable	Resistividad térmica del terreno, en K. m/W										
	0.80	0.85	0.90	1	1.10	1.20	1.40	1.65	2.00	2.50	2.80
Unipolar	1.09	1.06	1.04	1	0.96	0.93	0.87	0.81	0.75	0.68	0.66
Tripolar	1.07	1.05	1.03	1	0.97	0.94	0.89	0.84	0.78	0.71	0.69

*Tabla 6. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 k*m/W*

- Agrupación de circuitos: según la tabla 8 de la ITC-BT 08, se tiene que, para una configuración de cinco (5) circuitos en contacto, el factor de corrección es de 0,60 (k_3 = 0,60).

Factor de corrección								
Separación entre los cables o ternas	Número de cables o ternas de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
D=0 (en contacto)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
d= 0,07 m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,50
d= 0,10 m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
d= 0,15 m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
d= 0,20 m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
d= 0,25 m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62

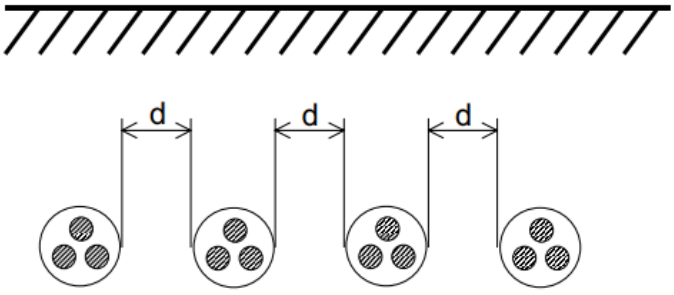


Tabla 7. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

- Profundidad de instalación: según la tabla 9 de la ITC-BT 07 se tiene que, para una profundidad de instalación de 0,50 metros, el factor de corrección es 1,02 (k_4 = (1,02).

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

Tabla 8. Factor de corrección para profundidad de la instalación distintas de 1 m

4.5.1.2. Factores de corrección caja de conexión – estación de potencia

Los factores de corrección aplicados en el cálculo son los siguientes:

- Temperatura del terreno: según la tabla 6 de la ITC-BT 07 se tiene que el factor de corrección en nuestro caso será igual a 1,00 (k_1 = 1,00).

Temperatura de servicio Θ_s (ºC)	Temperatura del terreno, Θ_t, en ºC								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1.11	1.07	1.04	1	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78
70	1.15	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.75	0.67

Tabla 9. Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25°C

- Resistividad térmica del terreno: dado que se desconoce el valor de resistividad térmica del terreno, se supone una resistividad térmica del terrero, de 1,00 Km/W (k_2=1,00).

Tipo de cable	Resistividad térmica del terreno, en K. m/W										
	0.80	0.85	0.90	1	1.10	1.20	1.40	1.65	2.00	2.50	2.80
Unipolar	1.09	1.06	1.04	1	0.96	0.93	0.87	0.81	0.75	0.68	0.66
Tripolar	1.07	1.05	1.03	1	0.97	0.94	0.89	0.84	0.78	0.71	0.69

*Tabla 10. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 k*m/W*

- Agrupación de circuitos: según la tabla 8 de la ITC-BT 07, se tiene que, para una configuración de diez (10) circuitos separados 0,25 m, el factor de corrección es de 0,64 (k_3 = 0,64).

Factor de corrección								
Separación entre los cables o ternas	Número de cables o ternas de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
D=0 (en contacto)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
d= 0,07 m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,50
d= 0,10 m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
d= 0,15 m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
d= 0,20 m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
d= 0,25 m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62

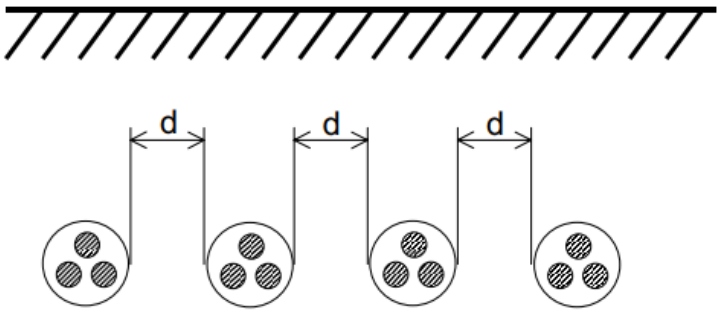


Tabla 11. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

- Profundidad de instalación: según la tabla 9 de la ITC-BT 07 se tiene que, para una profundidad de instalación de 1,00 metros, el factor de corrección es 0,97 (k_4 = (0,97).

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

Tabla 12. Factor de corrección para profundidad de la instalación distintas de 1 m

4.5.2. Cálculo por caída de tensión

Para el cálculo de la caída de tensión entre fases se aplica la expresión:

Parámetros	Circuitos Monofásicos	Circuitos Trifásicos
ΔV	$\Delta V = I \cdot L \cdot (R \cdot cos\varphi + X \cdot sen\varphi)$	$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot cos\varphi + X \cdot sen\varphi)$

Tabla 5. Fórmulas para cálculo de caída de tensión

Donde:

- ΔV es la caída de tensión (V)
- I es la intensidad circulante (A)
- L es la longitud del conductor (m)
- R es la resistencia por metro de conductor (Ω/m)
- X es la reactancia por metro de conductor (Ω/m)
- $cos\varphi$ es el factor de potencia

4.6. Sistema de protecciones

Se debe disponer de un sistema de protecciones bien diseñado y adecuadamente coordinado para asegurar que el sistema eléctrico de potencia opere dentro de los requerimientos y parámetros previstos.

4.6.1. Protección contra sobreintensidades

La protección contra sobrecorrientes se realizará mediante fusibles y deberá cumplir los establecido en la ITC-BT-22 del REBT y en la norma UNE-EN 60269-6.

Las condiciones que deben cumplir los fusibles son las siguientes:

$$Ib \leq In \leq Iz$$

$$1{,}45 \cdot In \leq 1{,}45 \cdot Iz$$

Siendo:

- Ib: Corriente de diseño ($I_b = 1{,}25 \cdot I_{sc}$) [A]
- In: Corriente nominal del fusible [A]
- Iz: Corriente admisible por el conductor [A]

- I_{sc}: Corriente de cortocircuito [A]

Cada circuito de string estará protegido mediante un fusible de intensidad asignada 20 A, curva gPV de 1500 V y 16 kA de poder de corte, que como se puede comprobar, cumple las condiciones anteriormente dispuestas:

$$1{,}25 \cdot \ 14{,}37 \leq 20 \leq Iz\ [A]$$

$$1{,}45 \cdot 20 \ \leq 1{,}45 \cdot Iz\ [A]$$

Además de las protecciones indicadas, el inversor lleva incluidas sus propias protecciones mediante fusibles y seccionadores en la entrada de CC, e interruptor automático en el lado de CA, como indica el fabricante en la hoja de datos.

4.6.2. Protección Contra sobretensiones

Además de la protección contra sobrecorrientes, los circuitos estarán protegidos contra sobretensiones mediante descargadores de sobretensión que deben cumplir con los requisitos establecidos en la UNE-EN 61643-11.

Los descargadores de sobretensión serán de tipo I+II, con Un=1.500 V y estarán instalados en las cajas de agrupación de strings.

Además, el inversor está equipado con un descargador de sobretensiones tanto en el lado de CC como en el lado de CA.

4.7. Corriente de cortocircuito

La norma IEC-60685 introduce la siguiente expresión para el cálculo de la sección de cable de acuerdo a la corriente de cortocircuito:

$$I_{cc}^2 \cdot t_{cc} = k^2 \cdot S^2 \cdot ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Donde:

- I_{cc} es la corriente de cortocircuito (A)
- t_{cc} es la duración del cortocircuito (s)
- S es la sección del conductor (mm^2)
- β es la inversa del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura
- θ_f es la temperatura final del cortocircuito (ºC)
- θ_i es la temperatura inicial del cortocircuito (ºC)
- k es una constante dependiente del material conductor

Las constantes de la formulación anterior son:

Material	k	β
Cobre	226	234,5
Aluminio	148	228

Tabla 7. Constantes dependientes del material

Aislamiento	θ_i	θ_f
PVC	70	160
XLPE/EPR	90	250

Tabla 8. Constantes dependientes del aislamiento

Teniendo en cuenta estos valores, la expresión se puede simplificar a:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t_{cc}} = K \cdot S$$

Siendo K:

Material y Aislamiento	K
Cobre y PVC	115
Aluminio y PVC	74
Cobre y XLPE/EPR	143
Aluminio y XLPE/EPR	92

Tabla 9. Valor de la constante K

4.8. Pérdida de potencia

Las pérdidas de potencia por efecto Joule vienen dadas por la expresión:

$$P_p = \frac{P^{2.} \cdot L \cdot R_{90}}{U^2 \cdot N \cdot (cos\phi)^2}$$

Donde:

- P [W]: Potencia activa máxima a transportar
- L [m]: Longitud del circuito
- U [V]: Tensión de la línea
- R_{90} [Ω/m]: Resistencia del conductor a 90 ºC
- Cosϕ = Factor de potencia
- N: Número de cables por fase

Así, en porcentaje, se tiene:

$$P_{p\,TOTAL}(\%) = \frac{P_p}{P} = \frac{W}{W} = \%$$

4.9. Resultados de cálculo

En el *Anexo I. Cálculo de circuitos de Baja Tensión* se reflejan tabulados los resultados del cálculo de los cables de baja tensión en corriente continua y alterna.

5. Estudio de puesta a tierra

5.1. Objetivo y Alcance

El propósito de esta sección es calcular el sistema de puesta a tierra de la Planta Solar Fotovoltaica, que estará compuesto por la malla de tierra del Parque Fotovoltaico y el sistema de tierra de la estación de potencia.

Para ello, se verifica que las tensiones de paso y contacto que se pudieran alcanzar no superen los respectivos valores máximos admisibles.

5.2. Normativa Aplicable

Los cálculos son conformes a las normativas indicadas a continuación:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC). ITC-BT-18.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. ITC-RAT-13.
- IEEE-80: Guía de seguridad en la puesta a tierra de CA de subestaciones.
- IEC 60909-3 ed3.0: Short-circuit currents in three-phase AC systems – Part 3: Currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and partial short-circuit currents flowing through earth.

5.3. Datos de Partida

5.3.1. Corriente de Cortocircuito

La corriente de cortocircuito que se ha considerado para el dimensionamiento de la red de puesta a tierra es la máxima corriente de cortocircuito fase-tierra alcanzada, que se produce en barras de 30 kV de la subestación elevadora.

$$I_{1cc} = 10{,}00\ kA$$

Además, se asume la hipótesis que las faltas a tierra serán despejadas en un tiempo máximo de 0,5 segundos.

5.3.2. Resistividad del Terreno

Considerando la naturaleza del terreno como margas y arcillas compactas, se considera una resistividad del terreno de 200 Ω·m, acorde a la tabla 3 del ITC-BT 18.

5.4. Red de Tierra de Protección

Las redes de tierra de protección estarán compuestas por la red de tierra general y la red de tierra de las estaciones de potencia, interconectadas entre ellas. Además, los marcos de los módulos, la estructura de los seguidores, cajas de conexión e inversores también deberán estar conectados a la red de tierra de protección.

La red de tierra general de cada una las parcelas estarán compuestas con un conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 que discurrirá por las canalizaciones de BT y MT enterrado a una profundidad mínima de 0,6 m.

La red de tierra de la estación de potencia y el centro de seccionamiento estará compuesta por un anillo a lo largo del perímetro de la base de la estación de potencia de un conductor de cobre desnudo de cobre desnudo de 35 mm^2 enterrado a una profundidad mínima de 0,6 m, y estará unida a la red de tierra general.

5.4.1. Cálculo de la Sección de los Conductores de Puesta a Tierra

La sección mínima del conductor de la malla de tierra se calcula de la siguiente manera de acuerdo con la ITC-BT-18:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k} = 29{,}22\ mm^2$$

Donde S se refiere a la sección mínima del conductor de tierra en mm^2, I a la intensidad de cortocircuito considerada en amperios, t al tiempo máximo de despeje de falta, y k es una constante que, para un conductor de cobre, $k = 242$.

Según la IEEE-80, la sección mínima del conductor de tierra enterrado se calculada conforme a la siguiente ecuación:

$$A = \frac{I_f \cdot \sqrt{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10^4}}{\sqrt{TCAP} \cdot ln\left(\frac{k_0 + T_m}{k_0 + T_a}\right)} = 20{,}34\ mm^2$$

Donde:

- A es la sección mínima del conductor de cobre (mm2)
- I_f es la intensidad de la falta a tierra (10,00 kA)
- T_m es la máxima temperatura admisible (1.084 ºC)
- T_a es la temperatura ambiente (40 ºC)

- $TCAP$ es la capacidad térmica por unidad de volumen (3,42 J/cm3·ºC)
- α_r es el coeficiente térmico de resistividad a 20ºC (0.00381 ºC-1)
- t_c es el tiempo máximo de despeje de la falla (0,5 s)
- $k_0 = 1/\alpha_0$ (242 ºC)
- ρ_r es la resistividad del conductor de puesta a tierra (1,78 Ω·m)

Se consideran los siguientes valores para el cálculo, conforme al estándar IEEE-80.

Material	α_r a 20ºC (ºC^{-1})	K_0 a 0ºC (ºC)	T_m(ºC)	Ta(ºC)	ρ_r a 20ºC (μΩ·m)	TCAP (J/cm^3·ºC)
Cu	0,00381	242	1084	40	1,78	3,42

Tabla 10. Características conductor tierra

Se tomará como sección normalizada mínima para el conductor de la red de tierra enterrada Conductor de Cobre de 35 mm^2.

5.4.2. Tensión de Paso y Contacto Máximas Admisibles

Las tensiones de paso y contacto máximas admisibles se calculan de acuerdo con la ITC-RAT-13 para ambas Sistemas de Protección de Tierra.

$$Up = 10U_{ca}\left(1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{2Z_B}\right) = 7.344{,}00\ V$$

$$Uc = U_{ca}\left(1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B}\right) = \ 469{,}20\ V$$

Donde:

- Up es la tensión de paso admisible (V)
- Uc es la tensión de contacto admisible (V)
- U_{ca} es la tensión de contacto máxima admisible para un tiempo de despeje de falta de 0,5 segundos (204 V)
- R_{a1} es resistencia equivalente del calzado (2000 Ω)
- $R_{a2} = 3 \cdot C_s \cdot \rho_s$; donde C_s es el coeficiente reductor de superficie (1) y ρ_s es la resistividad de la superficie del terreno (200 Ω·m)
- Z_B es impedancia del cuerpo humano (1000 Ω)

5.4.3. Tensiones de Paso y Contacto Estimadas

Las tensiones de paso y contacto se pueden estimar para una red mallada con las siguientes ecuaciones conforme al estándar IEEE-80:

$$E_p = K_s \cdot K_i \cdot \rho \cdot \frac{I_g}{L_s} = 38{,}10V$$

$$E_c = K_m \cdot K_i \cdot \rho \cdot \frac{I_g}{L_m} = 119{,}75\,V$$

Donde:

- E_p es la tensión de paso estimada (V)
- E_c es la tensión de contacto estimada (V)
- K_s es el factor de diferencia de potencial a 1m (0,21)
- K_i es el factor de corrección de densidad de corriente (1,27)
- ρ es la resistividad del terreno (200 Ω·m)
- I_g es la intensidad de defecto a tierra (10,00 kA)
- L_s es la longitud efectiva de conductor enterrado (13.999,00 m)
- K_m es el factor de espacio de conductores (0,66)
- L_m es la longitud efectiva de conductor enterrado (13.999,00 m)

Se debe tener en cuenta que estos son valores orientativos de las tensiones de paso y contacto esperadas en la Planta Fotovoltaica.

5.4.4. Resistencia de Puesta a Tierra

La resistencia de puesta a tierra se puede estimar mediante la siguiente fórmula según la ITC-RAT-13:

$$R_g = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L} = 0{,}187\ \Omega$$

Donde:

- R_g es la resistencia de puesta a tierra (Ω)
- ρ es la resistividad del terreno (200 Ω·m)
- L es la longitud total de conductor enterrado (13.990,00 m)
- r es el radio equivalente de área de malla (290,00 m)

La resistencia de puesta a tierra de la puede estimarse mediante la siguiente ecuación según el estándar IEEE-80:

$$R_g = \rho \cdot \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20 \cdot A}} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + h \cdot \sqrt{20 \cdot A}}\right)\right] = 0{,}101\ \Omega$$

Donde:

- R_g es la resistencia de puesta a tierra (Ω)
- ρ es la resistividad del terreno (200 Ω·m)
- L_T es la longitud total de conductor enterrado (13.999,00 m)
- A es el área que ocupa la malla (264.468,00 m^2)
- h es la profundidad de la malla (1 m)

5.4.5. Resultados

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Rg (ohm)			Tensión de Contacto (V)		Tensión de Paso (V)	
Máximo Valor de Diseño	**Estimada (ITC-RAT-13)**	**Estimada (IEEE-80)**	**Admisible**	**Estimado**	**Admisible**	**Estimado**
1	0,187	0,101	469,20	119,75	7.344,00	38,10

Tabla 11. Resultados y comprobación de la Puesta a Tierra

Como se puede comprobar en la tabla anterior, la red de puesta a tierra del Parque Fotovoltaico cumple con los criterios de diseño.

Córdoba, Julio de 2023

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426

Anexo I: Cálculo de circuitos BT

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

1. Circuitos string – Cajas de Conexión

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 1-1-1	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-1-2	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-1-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 1-1-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 1-1-5	49,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 1-1-6	49,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 1-1-7	19,09	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 1-1-8	19,09	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 1-1-9	49,38	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-1-10	18,65	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 1-1-11	18,65	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 1-2-1	49,34	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-2-2	49,34	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-2-3	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-2-4	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-2-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 1-2-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 1-2-7	49,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 1-2-8	49,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 1-2-9	19,01	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 1-2-10	19,01	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 1-2-11	62,25	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,24	0,29	0,29	OK	OK
String 1-3-1	110,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,77	0,52	0,52	OK	OK
String 1-3-2	110,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,77	0,52	0,52	OK	OK
String 1-3-3	80,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,17	0,38	0,38	OK	OK
String 1-3-4	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-3-5	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-3-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 1-3-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 1-3-8	50,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,65	0,24	0,24	OK	OK
String 1-3-9	50,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,65	0,24	0,24	OK	OK
String 1-3-10	20,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,05	0,09	0,09	OK	OK
String 1-3-11	20,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,05	0,09	0,09	OK	OK
String 1-4-1	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 1-4-2	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 1-4-3	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 1-4-4	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-4-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 1-4-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 1-4-7	49,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 1-4-8	18,99	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 1-4-9	18,99	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 1-4-10	18,59	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 1-4-11	18,59	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 1-5-1	80,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,17	0,38	0,38	OK	OK
String 1-5-2	80,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,17	0,38	0,38	OK	OK
String 1-5-3	49,32	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-5-4	49,32	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-5-5	18,59	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 1-5-6	18,59	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 1-5-7	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 1-5-8	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 1-5-9	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-5-10	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-6-1	49,32	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-6-2	49,32	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-6-3	18,59	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 1-6-4	18,59	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 1-6-5	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 1-6-6	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 1-6-7	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-6-8	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-6-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 1-6-10	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 1-7-1	57,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,97	0,27	0,27	OK	OK
String 1-7-2	57,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,97	0,27	0,27	OK	OK
String 1-7-3	26,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,37	0,12	0,12	OK	OK
String 1-7-4	26,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,37	0,12	0,12	OK	OK
String 1-7-5	19,09	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 1-7-6	19,09	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 1-7-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 1-7-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 1-7-9	18,69	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 1-7-10	18,69	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 1-7-11	49,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-8-1	49,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 1-8-2	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 1-8-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 1-8-4	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-8-5	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-8-6	18,69	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 1-8-7	18,69	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 1-8-8	49,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-8-9	49,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-8-10	80,13	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,17	0,38	0,38	OK	OK
String 1-8-11	80,13	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,17	0,38	0,38	OK	OK
String 1-9-1	19,09	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 1-9-2	19,09	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 1-9-3	49,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 1-9-4	49,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 1-9-5	80,53	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,19	0,38	0,38	OK	OK
String 1-9-6	80,53	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,19	0,38	0,38	OK	OK
String 1-9-7	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-9-8	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-9-9	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 1-9-10	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 1-10-1	19,09	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 1-10-2	19,09	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 1-10-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 1-10-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 1-10-5	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-10-6	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-10-7	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 1-10-8	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 1-10-9	96,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 1-10-10	96,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 1-11-1	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 1-11-2	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 1-11-3	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-11-4	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-11-5	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 1-11-6	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 1-11-7	96,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 1-11-8	96,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 1-11-9	18,69	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 1-11-10	18,69	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 1-12-1	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-12-2	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-12-3	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 1-12-4	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 1-12-5	96,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 1-12-6	96,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 1-12-7	49,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-12-8	49,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 1-12-9	80,13	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,17	0,38	0,38	OK	OK
String 1-12-10	80,13	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,17	0,38	0,38	OK	OK
String 1-13-1	19,09	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 1-13-2	19,09	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 1-13-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 1-13-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 1-13-5	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-13-6	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 1-13-7	18,69	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 1-13-8	18,69	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 1-13-9	31,18	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 1-13-10	31,18	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 2-1-1	67,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,49	0,32	0,32	OK	OK
String 2-1-2	67,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,49	0,32	0,32	OK	OK
String 2-1-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 2-1-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 2-1-5	34,82	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-1-6	34,82	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-1-7	65,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 2-1-8	65,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 2-1-9	43,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,28	0,21	0,21	OK	OK
String 2-1-10	43,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,28	0,21	0,21	OK	OK
String 2-2-1	51,33	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,67	0,24	0,24	OK	OK
String 2-2-2	51,33	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,67	0,24	0,24	OK	OK
String 2-2-3	82,08	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,27	0,39	0,39	OK	OK
String 2-2-4	82,08	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,27	0,39	0,39	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 2-2-5	112,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,87	0,53	0,53	OK	OK
String 2-2-6	112,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,87	0,53	0,53	OK	OK
String 2-2-7	65,57	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 2-2-8	65,57	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 2-2-9	96,30	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 2-2-10	96,30	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 2-3-1	20,57	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,07	0,10	0,10	OK	OK
String 2-3-2	20,57	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,07	0,10	0,10	OK	OK
String 2-3-3	51,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,67	0,24	0,24	OK	OK
String 2-3-4	51,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,67	0,24	0,24	OK	OK
String 2-3-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 2-3-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 2-3-7	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-3-8	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-3-9	20,17	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,05	0,09	0,09	OK	OK
String 2-3-10	20,17	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,05	0,09	0,09	OK	OK
String 2-4-1	19,58	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 2-4-2	19,58	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 2-4-3	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-4-4	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-4-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 2-4-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 2-4-7	19,98	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,04	0,09	0,09	OK	OK
String 2-4-8	19,98	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,04	0,09	0,09	OK	OK
String 2-4-9	32,48	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,69	0,15	0,15	OK	OK
String 2-4-10	32,48	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,69	0,15	0,15	OK	OK
String 2-4-11	50,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,62	0,24	0,24	OK	OK
String 2-5-1	50,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,62	0,24	0,24	OK	OK
String 2-5-2	50,31	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,62	0,24	0,24	OK	OK
String 2-5-3	19,58	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 2-5-4	19,58	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 2-5-5	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-5-6	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-5-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 2-5-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 2-5-9	50,71	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,64	0,24	0,24	OK	OK
String 2-5-10	62,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,27	0,30	0,30	OK	OK
String 2-5-11	62,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,27	0,30	0,30	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 2-6-1	94,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,93	0,45	0,45	OK	OK
String 2-6-2	94,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,93	0,45	0,45	OK	OK
String 2-6-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 2-6-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 2-6-5	34,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-6-6	34,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-6-7	175,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	9,16	0,83	0,83	OK	OK
String 2-6-8	175,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	9,16	0,83	0,83	OK	OK
String 2-6-9	145,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,56	0,68	0,68	OK	OK
String 2-6-10	145,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,56	0,68	0,68	OK	OK
String 2-6-11	114,39	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,96	0,54	0,54	OK	OK
String 2-7-1	75,92	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,95	0,36	0,36	OK	OK
String 2-7-2	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 2-7-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 2-7-4	34,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-7-5	34,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-7-6	65,44	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 2-7-7	65,44	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 2-7-8	96,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 2-7-9	96,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 2-7-10	126,95	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 2-7-11	126,95	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 2-8-1	26,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,37	0,12	0,12	OK	OK
String 2-8-2	26,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,37	0,12	0,12	OK	OK
String 2-8-3	34,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-8-4	34,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-8-5	65,44	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 2-8-6	65,44	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 2-8-7	96,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 2-8-8	96,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 2-8-9	126,94	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 2-8-10	126,94	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 2-9-1	20,69	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,08	0,10	0,10	OK	OK
String 2-9-2	65,46	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 2-9-3	96,19	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 2-9-4	96,19	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 2-9-5	126,93	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 2-9-6	126,93	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 2-9-7	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-9-8	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-9-9	65,46	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 2-9-10	20,69	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,08	0,10	0,10	OK	OK
String 2-10-1	20,67	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,08	0,10	0,10	OK	OK
String 2-10-2	20,67	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,08	0,10	0,10	OK	OK
String 2-10-3	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-10-4	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-10-5	65,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 2-10-6	65,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 2-10-7	96,19	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 2-10-8	96,19	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 2-10-9	126,92	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 2-10-10	126,92	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 2-11-1	51,37	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,67	0,24	0,24	OK	OK
String 2-11-2	51,37	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,67	0,24	0,24	OK	OK
String 2-11-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 2-11-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 2-11-5	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-11-6	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-11-7	65,47	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 2-11-8	65,47	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 2-11-9	96,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 2-11-10	96,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 2-12-1	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 2-12-2	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 2-12-3	34,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-12-4	34,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-12-5	65,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 2-12-6	65,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 2-12-7	96,22	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 2-12-8	96,22	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 2-12-9	21,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,13	0,10	0,10	OK	OK
String 2-12-10	21,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,13	0,10	0,10	OK	OK
String 2-13-1	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-13-2	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 2-13-3	65,53	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 2-13-4	65,53	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 2-13-5	96,21	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 2-13-6	96,21	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 2-13-7	50,94	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,65	0,24	0,24	OK	OK
String 2-13-8	50,94	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,65	0,24	0,24	OK	OK
String 2-13-9	81,66	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,25	0,38	0,38	OK	OK
String 2-13-10	81,66	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,25	0,38	0,38	OK	OK
String 3-1-1	65,50	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 3-1-2	65,50	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 3-1-3	96,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 3-1-4	96,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 3-1-5	126,92	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 3-1-6	126,92	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 3-1-7	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 3-1-8	143,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,45	0,67	0,67	OK	OK
String 3-1-9	143,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,45	0,67	0,67	OK	OK
String 3-1-10	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 3-1-11	81,67	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,25	0,38	0,38	OK	OK
String 3-2-1	34,84	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 3-2-2	34,84	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 3-2-3	65,53	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 3-2-4	112,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,85	0,53	0,53	OK	OK
String 3-2-5	112,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,85	0,53	0,53	OK	OK
String 3-2-6	143,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,46	0,67	0,67	OK	OK
String 3-2-7	143,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,46	0,67	0,67	OK	OK
String 3-2-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-2-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-2-10	81,67	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,25	0,38	0,38	OK	OK
String 3-2-11	81,67	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,25	0,38	0,38	OK	OK
String 3-3-1	81,69	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,25	0,38	0,38	OK	OK
String 3-3-2	81,69	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,25	0,38	0,38	OK	OK
String 3-3-3	112,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,85	0,53	0,53	OK	OK
String 3-3-4	112,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,85	0,53	0,53	OK	OK
String 3-3-5	143,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,46	0,67	0,67	OK	OK
String 3-3-6	143,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,46	0,67	0,67	OK	OK
String 3-3-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-3-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-3-9	34,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 3-3-10	34,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 3-3-11	50,92	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,65	0,24	0,24	OK	OK
String 3-4-1	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-4-2	34,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 3-4-3	43,91	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,29	0,21	0,21	OK	OK
String 3-4-4	43,91	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,29	0,21	0,21	OK	OK
String 3-4-5	74,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,89	0,35	0,35	OK	OK
String 3-4-6	74,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,89	0,35	0,35	OK	OK
String 3-4-7	105,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,49	0,50	0,50	OK	OK
String 3-4-8	105,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,49	0,50	0,50	OK	OK
String 3-4-9	136,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,09	0,64	0,64	OK	OK
String 3-4-10	136,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,09	0,64	0,64	OK	OK
String 3-4-11	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-5-1	34,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 3-5-2	34,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 3-5-3	65,59	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 3-5-4	65,59	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 3-5-5	52,92	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,76	0,25	0,25	OK	OK
String 3-5-6	52,92	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,76	0,25	0,25	OK	OK
String 3-5-7	83,67	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,36	0,39	0,39	OK	OK
String 3-5-8	83,67	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,36	0,39	0,39	OK	OK
String 3-5-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-5-10	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-6-1	22,56	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,17	0,11	0,11	OK	OK
String 3-6-2	22,56	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,17	0,11	0,11	OK	OK
String 3-6-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-6-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-6-5	34,84	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 3-6-6	34,84	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 3-6-7	65,61	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 3-6-8	65,61	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 3-6-9	22,13	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,15	0,10	0,10	OK	OK
String 3-6-10	22,13	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,15	0,10	0,10	OK	OK
String 3-7-1	84,05	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,38	0,40	0,40	OK	OK
String 3-7-2	84,05	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,38	0,40	0,40	OK	OK
String 3-7-3	114,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,98	0,54	0,54	OK	OK
String 3-7-4	114,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,98	0,54	0,54	OK	OK
String 3-7-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-7-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 3-7-7	34,92	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 3-7-8	34,92	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 3-7-9	50,10	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,61	0,24	0,24	OK	OK
String 3-7-10	50,10	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,61	0,24	0,24	OK	OK
String 3-8-1	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 3-8-2	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 3-8-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-8-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-8-5	34,91	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 3-8-6	34,91	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 3-8-7	19,19	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,00	0,09	0,09	OK	OK
String 3-8-8	19,19	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,00	0,09	0,09	OK	OK
String 3-8-9	50,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,60	0,24	0,24	OK	OK
String 3-8-10	50,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,60	0,24	0,24	OK	OK
String 3-9-1	50,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,62	0,24	0,24	OK	OK
String 3-9-2	50,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,62	0,24	0,24	OK	OK
String 3-9-3	81,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 3-9-4	81,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 3-9-5	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-9-6	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-9-7	19,99	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,04	0,09	0,09	OK	OK
String 3-9-8	19,99	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,04	0,09	0,09	OK	OK
String 3-9-9	32,46	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,69	0,15	0,15	OK	OK
String 3-9-10	32,46	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,69	0,15	0,15	OK	OK
String 3-10-1	33,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,73	0,16	0,16	OK	OK
String 3-10-2	33,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,73	0,16	0,16	OK	OK
String 3-10-3	20,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,08	0,10	0,10	OK	OK
String 3-10-4	20,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,08	0,10	0,10	OK	OK
String 3-10-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-10-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-10-7	20,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,06	0,10	0,10	OK	OK
String 3-10-8	20,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,06	0,10	0,10	OK	OK
String 3-10-9	32,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,71	0,15	0,15	OK	OK
String 3-10-10	32,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,71	0,15	0,15	OK	OK
String 3-11-1	20,63	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,07	0,10	0,10	OK	OK
String 3-11-2	20,63	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,07	0,10	0,10	OK	OK
String 3-11-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-11-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 3-11-5	20,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,05	0,10	0,10	OK	OK
String 3-11-6	20,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,05	0,10	0,10	OK	OK
String 3-11-7	50,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,65	0,24	0,24	OK	OK
String 3-11-8	50,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,65	0,24	0,24	OK	OK
String 3-11-9	63,47	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,30	0,30	0,30	OK	OK
String 3-11-10	63,47	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,30	0,30	0,30	OK	OK
String 3-12-1	20,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,08	0,10	0,10	OK	OK
String 3-12-2	20,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,08	0,10	0,10	OK	OK
String 3-12-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-12-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-12-5	34,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 3-12-6	34,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 3-12-7	20,32	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,06	0,10	0,10	OK	OK
String 3-12-8	20,32	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,06	0,10	0,10	OK	OK
String 3-12-9	51,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,66	0,24	0,24	OK	OK
String 3-12-10	51,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,66	0,24	0,24	OK	OK
String 3-13-1	20,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,08	0,10	0,10	OK	OK
String 3-13-2	20,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,08	0,10	0,10	OK	OK
String 3-13-3	51,44	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,68	0,24	0,24	OK	OK
String 3-13-4	51,44	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,68	0,24	0,24	OK	OK
String 3-13-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-13-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 3-13-7	34,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 3-13-8	34,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 3-13-9	51,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,66	0,24	0,24	OK	OK
String 3-13-10	51,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,66	0,24	0,24	OK	OK
String 4-1-1	33,37	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,74	0,16	0,16	OK	OK
String 4-1-2	33,37	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,74	0,16	0,16	OK	OK
String 4-1-3	20,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,09	0,10	0,10	OK	OK
String 4-1-4	20,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,09	0,10	0,10	OK	OK
String 4-1-5	51,50	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,68	0,24	0,24	OK	OK
String 4-1-6	51,50	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,68	0,24	0,24	OK	OK
String 4-1-7	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-1-8	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-1-9	34,66	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,80	0,16	0,16	OK	OK
String 4-1-10	34,66	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,80	0,16	0,16	OK	OK
String 4-1-11	20,53	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,07	0,10	0,10	OK	OK
String 4-2-1	51,57	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,69	0,24	0,24	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 4-2-2	82,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,28	0,39	0,39	OK	OK
String 4-2-3	82,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,28	0,39	0,39	OK	OK
String 4-2-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-2-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-2-6	34,74	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 4-2-7	34,74	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 4-2-8	18,58	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 4-2-9	18,58	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 4-2-10	49,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,56	0,23	0,23	OK	OK
String 4-2-11	49,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,56	0,23	0,23	OK	OK
String 4-3-1	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-3-2	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-3-3	34,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 4-3-4	34,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 4-3-5	51,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,66	0,24	0,24	OK	OK
String 4-3-6	51,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,66	0,24	0,24	OK	OK
String 4-3-7	81,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,26	0,39	0,39	OK	OK
String 4-3-8	81,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,26	0,39	0,39	OK	OK
String 4-3-9	112,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 4-3-10	112,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 4-4-1	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-4-2	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-4-3	34,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 4-4-4	34,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 4-4-5	65,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 4-4-6	65,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 4-4-7	81,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,26	0,38	0,38	OK	OK
String 4-4-8	81,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,26	0,38	0,38	OK	OK
String 4-4-9	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 4-4-10	112,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,86	0,53	0,53	OK	OK
String 4-5-1	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-5-2	34,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 4-5-3	34,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 4-5-4	51,02	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,66	0,24	0,24	OK	OK
String 4-5-5	51,02	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,66	0,24	0,24	OK	OK
String 4-5-6	81,74	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,26	0,38	0,38	OK	OK
String 4-5-7	81,74	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,26	0,38	0,38	OK	OK
String 4-5-8	112,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,85	0,53	0,53	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 4-5-9	112,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,85	0,53	0,53	OK	OK
String 4-5-10	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-6-1	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-6-2	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-6-3	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 4-6-4	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 4-6-5	65,50	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 4-6-6	65,50	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 4-6-7	50,98	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,65	0,24	0,24	OK	OK
String 4-6-8	50,98	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,65	0,24	0,24	OK	OK
String 4-6-9	81,69	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,25	0,38	0,38	OK	OK
String 4-6-10	81,69	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,25	0,38	0,38	OK	OK
String 4-7-1	51,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,67	0,24	0,24	OK	OK
String 4-7-2	51,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,67	0,24	0,24	OK	OK
String 4-7-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-7-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-7-5	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 4-7-6	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 4-7-7	20,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,06	0,10	0,10	OK	OK
String 4-7-8	20,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,06	0,10	0,10	OK	OK
String 4-7-9	50,99	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,66	0,24	0,24	OK	OK
String 4-7-10	50,99	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,66	0,24	0,24	OK	OK
String 4-8-1	18,95	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 4-8-2	18,95	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 4-8-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-8-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-8-5	18,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 4-8-6	18,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 4-8-7	49,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 4-8-8	49,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 4-8-9	61,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,22	0,29	0,29	OK	OK
String 4-8-10	61,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,22	0,29	0,29	OK	OK
String 4-9-1	62,18	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,24	0,29	0,29	OK	OK
String 4-9-2	62,18	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,24	0,29	0,29	OK	OK
String 4-9-3	20,66	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,08	0,10	0,10	OK	OK
String 4-9-4	20,66	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,08	0,10	0,10	OK	OK
String 4-9-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-9-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	**Longitud (m)**	**Cable**	**Nº conductores polo**	**Imp (A)**	**Isc (A)**	**Ib (A)**	**V (V)**	**P (W)**	**k1**	**k2**	**k3**	**k4**	**S (mm2)**	**Io (A)**	**Iz (A)**	**Ib/Iz (%)**	**ΔV (V)**	**ΔV (%)**	**ΔV Acumulada (%)**	**Criterio térmico**	**Criterio ΔV**
String 4-9-7	20,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,06	0,10	0,10	OK	OK
String 4-9-8	20,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,06	0,10	0,10	OK	OK
String 4-9-9	32,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,71	0,15	0,15	OK	OK
String 4-9-10	32,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,71	0,15	0,15	OK	OK
String 4-10-1	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-10-2	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-10-3	50,30	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,62	0,24	0,24	OK	OK
String 4-10-4	50,30	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,62	0,24	0,24	OK	OK
String 4-10-5	77,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,02	0,36	0,36	OK	OK
String 4-10-6	77,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,02	0,36	0,36	OK	OK
String 4-10-7	51,08	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,66	0,24	0,24	OK	OK
String 4-10-8	51,08	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,66	0,24	0,24	OK	OK
String 4-10-9	81,10	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,22	0,38	0,38	OK	OK
String 4-10-10	81,10	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,22	0,38	0,38	OK	OK
String 4-10-11	107,94	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,62	0,51	0,51	OK	OK
String 4-11-1	92,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,84	0,44	0,44	OK	OK
String 4-11-2	34,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 4-11-3	34,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 4-11-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-11-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-11-6	109,98	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,73	0,52	0,52	OK	OK
String 4-11-7	109,98	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,73	0,52	0,52	OK	OK
String 4-11-8	79,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,12	0,37	0,37	OK	OK
String 4-11-9	79,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,12	0,37	0,37	OK	OK
String 4-11-10	48,40	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,52	0,23	0,23	OK	OK
String 4-11-11	48,40	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,52	0,23	0,23	OK	OK
String 4-12-1	65,62	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 4-12-2	65,62	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 4-12-3	34,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 4-12-4	34,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 4-12-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-12-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-12-7	53,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,76	0,25	0,25	OK	OK
String 4-12-8	53,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,76	0,25	0,25	OK	OK
String 4-12-9	22,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,10	0,10	OK	OK
String 4-12-10	22,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,10	0,10	OK	OK
String 4-13-1	83,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 4-13-2	83,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	**Longitud (m)**	**Cable**	**Nº conductores polo**	**Imp (A)**	**Isc (A)**	**Ib (A)**	**V (V)**	**P (W)**	**k1**	**k2**	**k3**	**k4**	**S (mm2)**	**Io (A)**	**Iz (A)**	**Ib/Iz (%)**	**ΔV (V)**	**ΔV (%)**	**ΔV Acumulada (%)**	**Criterio térmico**	**Criterio ΔV**
String 4-13-3	65,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 4-13-4	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 4-13-5	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 4-13-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-13-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 4-13-8	22,34	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,11	0,11	OK	OK
String 4-13-9	22,34	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,11	0,11	OK	OK
String 4-13-10	65,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-1-1	19,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,03	0,09	0,09	OK	OK
String 5-1-2	19,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,03	0,09	0,09	OK	OK
String 5-1-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 5-1-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 5-1-5	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-1-6	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-1-7	19,36	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,01	0,09	0,09	OK	OK
String 5-1-8	19,36	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,01	0,09	0,09	OK	OK
String 5-1-9	50,09	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,61	0,24	0,24	OK	OK
String 5-1-10	50,09	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,61	0,24	0,24	OK	OK
String 5-1-11	31,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,66	0,15	0,15	OK	OK
String 5-2-1	19,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,03	0,09	0,09	OK	OK
String 5-2-2	50,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,63	0,24	0,24	OK	OK
String 5-2-3	50,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,63	0,24	0,24	OK	OK
String 5-2-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 5-2-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 5-2-6	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-2-7	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-2-8	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-2-9	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-2-10	19,36	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,01	0,09	0,09	OK	OK
String 5-2-11	19,36	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,01	0,09	0,09	OK	OK
String 5-3-1	81,21	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 5-3-2	50,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,63	0,24	0,24	OK	OK
String 5-3-3	50,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,63	0,24	0,24	OK	OK
String 5-3-4	81,21	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 5-3-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 5-3-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 5-3-7	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-3-8	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 5-3-9	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-3-10	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-3-11	19,36	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,01	0,09	0,09	OK	OK
String 5-4-1	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 5-4-2	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-4-3	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-4-4	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-4-5	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-4-6	19,36	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,01	0,09	0,09	OK	OK
String 5-4-7	19,36	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,01	0,09	0,09	OK	OK
String 5-4-8	50,09	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,61	0,24	0,24	OK	OK
String 5-4-9	50,09	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,61	0,24	0,24	OK	OK
String 5-4-10	80,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 5-4-11	80,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 5-5-1	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-5-2	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-5-3	96,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 5-5-4	96,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 5-5-5	111,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,81	0,52	0,52	OK	OK
String 5-5-6	111,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,81	0,52	0,52	OK	OK
String 5-5-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 5-5-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 5-5-9	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-5-10	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-6-1	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 5-6-2	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 5-6-3	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-6-4	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-6-5	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-6-6	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-6-7	19,36	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,01	0,09	0,09	OK	OK
String 5-6-8	19,36	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,01	0,09	0,09	OK	OK
String 5-6-9	50,08	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,61	0,24	0,24	OK	OK
String 5-6-10	50,08	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,61	0,24	0,24	OK	OK
String 5-7-1	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-7-2	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-7-3	96,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 5-7-4	96,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 5-7-5	19,36	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,01	0,09	0,09	OK	OK
String 5-7-6	19,36	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,01	0,09	0,09	OK	OK
String 5-7-7	50,08	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,61	0,24	0,24	OK	OK
String 5-7-8	50,08	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,61	0,24	0,24	OK	OK
String 5-7-9	80,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 5-7-10	80,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 5-8-1	96,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 5-8-2	96,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 5-8-3	19,36	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,01	0,09	0,09	OK	OK
String 5-8-4	19,36	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,01	0,09	0,09	OK	OK
String 5-8-5	50,08	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,61	0,24	0,24	OK	OK
String 5-8-6	50,08	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,61	0,24	0,24	OK	OK
String 5-8-7	80,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 5-8-8	80,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 5-8-9	111,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,81	0,52	0,52	OK	OK
String 5-8-10	111,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,81	0,52	0,52	OK	OK
String 5-9-1	65,51	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-9-2	65,51	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-9-3	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-9-4	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-9-5	83,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,36	0,39	0,39	OK	OK
String 5-9-6	83,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,36	0,39	0,39	OK	OK
String 5-9-7	53,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,76	0,25	0,25	OK	OK
String 5-9-8	53,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,76	0,25	0,25	OK	OK
String 5-9-9	22,34	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,11	0,11	OK	OK
String 5-9-10	22,34	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,11	0,11	OK	OK
String 5-10-1	65,53	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-10-2	65,53	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-10-3	34,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-10-4	34,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-10-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 5-10-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 5-10-7	52,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,76	0,25	0,25	OK	OK
String 5-10-8	22,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,10	0,10	OK	OK
String 5-10-9	22,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,10	0,10	OK	OK
String 5-10-10	52,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,76	0,25	0,25	OK	OK
String 5-11-1	83,26	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 5-11-2	83,26	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 5-11-3	65,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-11-4	65,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-11-5	34,82	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-11-6	34,82	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-11-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 5-11-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 5-11-9	22,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,15	0,10	0,10	OK	OK
String 5-11-10	22,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,15	0,10	0,10	OK	OK
String 5-12-1	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-12-2	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-12-3	34,84	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-12-4	34,84	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-12-5	83,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,35	0,39	0,39	OK	OK
String 5-12-6	83,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,35	0,39	0,39	OK	OK
String 5-12-7	52,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,75	0,25	0,25	OK	OK
String 5-12-8	52,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,75	0,25	0,25	OK	OK
String 5-12-9	22,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,15	0,10	0,10	OK	OK
String 5-12-10	22,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,15	0,10	0,10	OK	OK
String 5-13-1	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-13-2	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 5-13-3	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-13-4	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 5-13-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 5-13-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 5-13-7	52,91	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,75	0,25	0,25	OK	OK
String 5-13-8	52,91	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,75	0,25	0,25	OK	OK
String 5-13-9	22,18	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,15	0,10	0,10	OK	OK
String 5-13-10	22,18	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,15	0,10	0,10	OK	OK
String 6-1-1	19,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,03	0,09	0,09	OK	OK
String 6-1-2	19,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,03	0,09	0,09	OK	OK
String 6-1-3	50,48	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,63	0,24	0,24	OK	OK
String 6-1-4	50,48	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,63	0,24	0,24	OK	OK
String 6-1-5	81,21	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 6-1-6	81,21	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 6-1-7	111,94	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,83	0,53	0,53	OK	OK
String 6-1-8	111,94	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,83	0,53	0,53	OK	OK
String 6-1-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-1-10	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 6-1-11	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-2-1	50,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,63	0,24	0,24	OK	OK
String 6-2-2	81,21	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 6-2-3	81,21	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 6-2-4	111,94	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,83	0,53	0,53	OK	OK
String 6-2-5	111,94	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,83	0,53	0,53	OK	OK
String 6-2-6	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-2-7	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-2-8	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 6-2-9	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 6-2-10	96,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 6-2-11	96,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 6-3-1	19,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,03	0,09	0,09	OK	OK
String 6-3-2	19,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,03	0,09	0,09	OK	OK
String 6-3-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-3-4	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-3-5	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-3-6	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 6-3-7	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 6-3-8	80,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 6-3-9	80,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,21	0,38	0,38	OK	OK
String 6-3-10	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-4-1	19,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,03	0,09	0,09	OK	OK
String 6-4-2	19,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,03	0,09	0,09	OK	OK
String 6-4-3	50,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,63	0,24	0,24	OK	OK
String 6-4-4	50,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,63	0,24	0,24	OK	OK
String 6-4-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-4-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-4-7	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-4-8	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-4-9	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 6-4-10	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 6-5-1	19,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,03	0,09	0,09	OK	OK
String 6-5-2	19,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,03	0,09	0,09	OK	OK
String 6-5-3	50,48	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,63	0,24	0,24	OK	OK
String 6-5-4	50,48	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,63	0,24	0,24	OK	OK
String 6-5-5	81,21	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,23	0,38	0,38	OK	OK
String 6-5-6	81,21	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,23	0,38	0,38	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 6-5-7	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-5-8	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-5-9	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-5-10	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-6-1	19,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,03	0,09	0,09	OK	OK
String 6-6-2	19,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,03	0,09	0,09	OK	OK
String 6-6-3	50,48	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,63	0,24	0,24	OK	OK
String 6-6-4	50,48	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,63	0,24	0,24	OK	OK
String 6-6-5	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-6-6	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-6-7	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-6-8	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-6-9	50,08	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,61	0,24	0,24	OK	OK
String 6-6-10	50,08	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,61	0,24	0,24	OK	OK
String 6-7-1	32,26	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,68	0,15	0,15	OK	OK
String 6-7-2	32,26	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,68	0,15	0,15	OK	OK
String 6-7-3	19,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,03	0,09	0,09	OK	OK
String 6-7-4	19,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,03	0,09	0,09	OK	OK
String 6-7-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-7-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-7-7	19,36	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,01	0,09	0,09	OK	OK
String 6-7-8	19,36	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,01	0,09	0,09	OK	OK
String 6-7-9	31,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,66	0,15	0,15	OK	OK
String 6-7-10	31,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,66	0,15	0,15	OK	OK
String 6-8-1	113,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,93	0,54	0,54	OK	OK
String 6-8-2	113,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,93	0,54	0,54	OK	OK
String 6-8-3	83,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,33	0,39	0,39	OK	OK
String 6-8-4	83,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,33	0,39	0,39	OK	OK
String 6-8-5	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-8-6	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-8-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-8-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-8-9	65,51	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 6-8-10	65,51	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 6-8-11	96,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 6-9-1	113,98	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,93	0,54	0,54	OK	OK
String 6-9-2	96,23	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 6-9-3	96,23	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 6-9-4	65,50	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 6-9-5	65,50	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 6-9-6	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-9-7	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-9-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-9-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-9-10	22,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,10	0,10	OK	OK
String 6-9-11	22,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,10	0,10	OK	OK
String 6-10-1	114,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 6-10-2	114,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 6-10-3	83,32	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 6-10-4	83,32	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 6-10-5	52,61	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,74	0,25	0,25	OK	OK
String 6-10-6	52,61	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,74	0,25	0,25	OK	OK
String 6-10-7	34,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-10-8	34,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-10-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-10-10	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-10-11	65,44	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 6-11-1	114,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 6-11-2	114,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 6-11-3	83,36	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 6-11-4	96,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,00	0,45	0,45	OK	OK
String 6-11-5	96,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,00	0,45	0,45	OK	OK
String 6-11-6	65,40	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 6-11-7	65,40	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 6-11-8	34,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-11-9	34,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-11-10	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-11-11	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-12-1	114,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 6-12-2	114,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 6-12-3	83,39	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 6-12-4	83,39	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 6-12-5	52,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,75	0,25	0,25	OK	OK
String 6-12-6	52,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,75	0,25	0,25	OK	OK
String 6-12-7	22,09	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,15	0,10	0,10	OK	OK
String 6-12-8	22,09	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,15	0,10	0,10	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 6-12-9	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-12-10	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-13-1	114,12	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 6-13-2	114,12	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 6-13-3	83,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 6-13-4	83,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 6-13-5	52,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,75	0,25	0,25	OK	OK
String 6-13-6	52,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,75	0,25	0,25	OK	OK
String 6-13-7	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-13-8	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-13-9	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-13-10	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-1-1	114,13	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 7-1-2	114,13	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 7-1-3	83,42	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 7-1-4	83,42	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 7-1-5	96,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,00	0,45	0,45	OK	OK
String 7-1-6	96,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,00	0,45	0,45	OK	OK
String 7-1-7	65,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,40	0,31	0,31	OK	OK
String 7-1-8	65,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,40	0,31	0,31	OK	OK
String 7-1-9	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-1-10	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-1-11	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-2-1	22,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,15	0,10	0,10	OK	OK
String 7-2-2	96,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,00	0,45	0,45	OK	OK
String 7-2-3	96,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,00	0,45	0,45	OK	OK
String 7-2-4	65,33	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,40	0,31	0,31	OK	OK
String 7-2-5	65,33	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,40	0,31	0,31	OK	OK
String 7-2-6	34,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-2-7	34,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-2-8	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-2-9	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-2-10	22,50	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,17	0,11	0,11	OK	OK
String 7-2-11	22,50	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,17	0,11	0,11	OK	OK
String 7-3-1	114,09	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 7-3-2	114,09	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 7-3-3	83,33	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 7-3-4	83,33	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 7-3-5	52,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,74	0,25	0,25	OK	OK
String 7-3-6	52,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,74	0,25	0,25	OK	OK
String 7-3-7	34,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-3-8	34,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-3-9	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-3-10	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-3-11	65,39	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,40	0,31	0,31	OK	OK
String 7-4-1	144,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,54	0,68	0,68	OK	OK
String 7-4-2	144,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,54	0,68	0,68	OK	OK
String 7-4-3	113,96	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,93	0,54	0,54	OK	OK
String 7-4-4	65,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-4-5	65,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-4-6	34,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-4-7	34,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-4-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-4-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-4-10	22,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,10	0,10	OK	OK
String 7-4-11	22,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,10	0,10	OK	OK
String 7-5-1	65,57	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-5-2	65,57	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-5-3	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-5-4	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-5-5	83,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,36	0,39	0,39	OK	OK
String 7-5-6	83,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,36	0,39	0,39	OK	OK
String 7-5-7	52,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,76	0,25	0,25	OK	OK
String 7-5-8	52,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,76	0,25	0,25	OK	OK
String 7-5-9	22,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,10	0,10	OK	OK
String 7-5-10	22,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,10	0,10	OK	OK
String 7-6-1	96,19	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-6-2	96,19	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-6-3	65,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-6-4	65,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-6-5	34,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-6-6	34,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-6-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-6-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-6-9	22,34	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,11	0,11	OK	OK
String 7-6-10	22,34	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,11	0,11	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 7-7-1	114,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 7-7-2	114,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 7-7-3	83,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 7-7-4	83,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 7-7-5	52,56	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,74	0,25	0,25	OK	OK
String 7-7-6	52,56	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,74	0,25	0,25	OK	OK
String 7-7-7	34,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-7-8	34,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-7-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-7-10	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-8-1	114,01	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 7-8-2	114,01	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 7-8-3	83,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 7-8-4	83,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 7-8-5	96,18	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-8-6	96,18	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-8-7	65,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-8-8	65,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-8-9	34,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-8-10	34,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-9-1	21,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,14	0,10	0,10	OK	OK
String 7-9-2	34,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-9-3	34,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-9-4	21,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,14	0,10	0,10	OK	OK
String 7-9-5	96,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-9-6	96,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-9-7	65,48	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-9-8	65,48	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-9-9	126,93	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 7-9-10	126,93	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 7-10-1	21,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,14	0,10	0,10	OK	OK
String 7-10-2	21,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,14	0,10	0,10	OK	OK
String 7-10-3	96,26	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-10-4	96,26	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-10-5	65,53	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-10-6	65,53	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-10-7	34,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-10-8	34,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 7-10-9	4,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-10-10	4,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-11-1	144,66	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,53	0,68	0,68	OK	OK
String 7-11-2	144,66	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,53	0,68	0,68	OK	OK
String 7-11-3	126,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 7-11-4	126,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 7-11-5	96,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-11-6	96,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-11-7	65,51	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-11-8	65,51	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-11-9	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-11-10	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-12-1	21,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,14	0,10	0,10	OK	OK
String 7-12-2	21,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,14	0,10	0,10	OK	OK
String 7-12-3	127,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 7-12-4	127,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 7-12-5	96,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-12-6	96,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-12-7	65,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-12-8	65,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-12-9	34,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-12-10	34,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-13-1	74,93	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,90	0,35	0,35	OK	OK
String 7-13-2	74,93	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,90	0,35	0,35	OK	OK
String 7-13-3	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-13-4	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-13-5	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-13-6	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-13-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-13-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-13-9	112,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,87	0,53	0,53	OK	OK
String 7-13-10	112,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,87	0,53	0,53	OK	OK
String 8-1-1	18,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 8-1-2	18,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 8-1-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-1-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-1-5	18,58	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-1-6	18,58	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 8-1-7	31,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 8-1-8	31,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 8-1-9	43,56	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,27	0,20	0,20	OK	OK
String 8-1-10	43,56	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,27	0,20	0,20	OK	OK
String 8-1-11	30,66	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,60	0,14	0,14	OK	OK
String 8-2-1	48,88	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 8-2-2	48,88	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 8-2-3	18,17	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 8-2-4	18,17	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 8-2-5	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 8-2-6	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 8-2-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-2-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-2-9	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 8-2-10	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 8-2-11	18,56	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-3-1	65,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 8-3-2	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 8-3-3	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 8-3-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-3-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-3-6	49,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 8-3-7	49,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 8-3-8	18,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-3-9	18,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-3-10	65,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 8-3-11	18,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 8-4-1	65,62	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 8-4-2	65,62	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 8-4-3	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 8-4-4	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 8-4-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-4-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-4-7	80,05	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,17	0,38	0,38	OK	OK
String 8-4-8	80,05	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,17	0,38	0,38	OK	OK
String 8-4-9	49,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 8-4-10	49,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 8-4-11	18,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 8-5-1	34,94	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 8-5-2	34,94	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 8-5-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-5-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-5-5	110,89	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,77	0,52	0,52	OK	OK
String 8-5-6	110,89	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,77	0,52	0,52	OK	OK
String 8-5-7	80,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,17	0,38	0,38	OK	OK
String 8-5-8	80,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,17	0,38	0,38	OK	OK
String 8-5-9	49,30	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 8-5-10	49,30	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 8-6-1	84,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,39	0,40	0,40	OK	OK
String 8-6-2	84,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,39	0,40	0,40	OK	OK
String 8-6-3	53,57	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,79	0,25	0,25	OK	OK
String 8-6-4	53,57	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,79	0,25	0,25	OK	OK
String 8-6-5	22,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,18	0,11	0,11	OK	OK
String 8-6-6	22,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,18	0,11	0,11	OK	OK
String 8-6-7	34,93	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 8-6-8	34,93	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 8-6-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-6-10	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-7-1	96,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,02	0,45	0,45	OK	OK
String 8-7-2	96,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,02	0,45	0,45	OK	OK
String 8-7-3	65,69	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 8-7-4	65,69	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 8-7-5	34,85	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 8-7-6	34,85	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 8-7-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-7-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-7-9	18,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 8-7-10	18,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 8-8-1	48,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 8-8-2	48,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 8-8-3	18,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 8-8-4	18,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 8-8-5	96,44	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,02	0,45	0,45	OK	OK
String 8-8-6	96,44	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,02	0,45	0,45	OK	OK
String 8-8-7	65,68	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 8-8-8	65,68	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	**Longitud (m)**	**Cable**	**Nº conductores polo**	**Imp (A)**	**Isc (A)**	**Ib (A)**	**V (V)**	**P (W)**	**k1**	**k2**	**k3**	**k4**	**S (mm2)**	**Io (A)**	**Iz (A)**	**Ib/Iz (%)**	**ΔV (V)**	**ΔV (%)**	**ΔV Acumulada (%)**	**Criterio térmico**	**Criterio ΔV**
String 8-8-9	34,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 8-8-10	34,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 8-9-1	110,47	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,75	0,52	0,52	OK	OK
String 8-9-2	110,47	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,75	0,52	0,52	OK	OK
String 8-9-3	79,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,15	0,37	0,37	OK	OK
String 8-9-4	79,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,15	0,37	0,37	OK	OK
String 8-9-5	48,92	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 8-9-6	48,92	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 8-9-7	96,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,02	0,45	0,45	OK	OK
String 8-9-8	96,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,02	0,45	0,45	OK	OK
String 8-9-9	65,68	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 8-9-10	65,68	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 8-10-1	110,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,75	0,52	0,52	OK	OK
String 8-10-2	110,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,75	0,52	0,52	OK	OK
String 8-10-3	79,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,15	0,38	0,38	OK	OK
String 8-10-4	79,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,15	0,38	0,38	OK	OK
String 8-10-5	48,91	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 8-10-6	48,91	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 8-10-7	18,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 8-10-8	18,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 8-10-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-10-10	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-11-1	31,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,64	0,15	0,15	OK	OK
String 8-11-2	31,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,64	0,15	0,15	OK	OK
String 8-11-3	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 8-11-4	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 8-11-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-11-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-11-7	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-11-8	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-11-9	31,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 8-11-10	31,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 8-12-1	31,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,64	0,15	0,15	OK	OK
String 8-12-2	31,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,64	0,15	0,15	OK	OK
String 8-12-3	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 8-12-4	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 8-12-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-12-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 8-12-7	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-12-8	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-12-9	31,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 8-12-10	31,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 8-13-1	31,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,64	0,15	0,15	OK	OK
String 8-13-2	31,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,64	0,15	0,15	OK	OK
String 8-13-3	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 8-13-4	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 8-13-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-13-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-13-7	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-13-8	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-13-9	31,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 8-13-10	31,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 9-1-1	48,91	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 9-1-2	18,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 9-1-3	18,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 9-1-4	65,67	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 9-1-5	65,67	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 9-1-6	34,82	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-1-7	34,82	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-1-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-1-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-1-10	96,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,02	0,45	0,45	OK	OK
String 9-1-11	96,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,02	0,45	0,45	OK	OK
String 9-2-1	110,39	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,75	0,52	0,52	OK	OK
String 9-2-2	110,39	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,75	0,52	0,52	OK	OK
String 9-2-3	79,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,15	0,37	0,37	OK	OK
String 9-2-4	79,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,15	0,37	0,37	OK	OK
String 9-2-5	48,95	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 9-2-6	96,32	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,02	0,45	0,45	OK	OK
String 9-2-7	96,32	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,02	0,45	0,45	OK	OK
String 9-2-8	65,67	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 9-2-9	65,67	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 9-2-10	34,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-2-11	48,95	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 9-3-1	18,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 9-3-2	18,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,09	0,09	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 9-3-3	65,68	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 9-3-4	65,68	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 9-3-5	34,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 9-3-6	34,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 9-3-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-3-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-3-9	18,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-3-10	18,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-3-11	49,05	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 9-4-1	49,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,56	0,23	0,23	OK	OK
String 9-4-2	49,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,56	0,23	0,23	OK	OK
String 9-4-3	18,18	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 9-4-4	18,18	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 9-4-5	35,01	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 9-4-6	35,01	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 9-4-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-4-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-4-9	80,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,17	0,38	0,38	OK	OK
String 9-4-10	80,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,17	0,38	0,38	OK	OK
String 9-4-11	49,46	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,58	0,23	0,23	OK	OK
String 9-5-1	35,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,83	0,16	0,16	OK	OK
String 9-5-2	35,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,83	0,16	0,16	OK	OK
String 9-5-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-5-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-5-5	49,62	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,58	0,23	0,23	OK	OK
String 9-5-6	49,62	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,58	0,23	0,23	OK	OK
String 9-5-7	18,63	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-5-8	18,63	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-5-9	49,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,56	0,23	0,23	OK	OK
String 9-5-10	49,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,56	0,23	0,23	OK	OK
String 9-6-1	30,74	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,60	0,14	0,14	OK	OK
String 9-6-2	30,74	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,60	0,14	0,14	OK	OK
String 9-6-3	18,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 9-6-4	18,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 9-6-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-6-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-6-7	18,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-6-8	18,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 9-6-9	31,19	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 9-6-10	31,19	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 9-7-1	31,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,64	0,15	0,15	OK	OK
String 9-7-2	31,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,64	0,15	0,15	OK	OK
String 9-7-3	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 9-7-4	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 9-7-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-7-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-7-7	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-7-8	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-7-9	31,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 9-7-10	31,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 9-8-1	49,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-8-2	49,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-8-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-8-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-8-5	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-8-6	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-8-7	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-8-8	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-8-9	49,37	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 9-8-10	49,37	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 9-9-1	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 9-9-2	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 9-9-3	49,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-9-4	49,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-9-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-9-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-9-7	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-9-8	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-9-9	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-9-10	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-10-1	49,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-10-2	49,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-10-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-10-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-10-5	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-10-6	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 9-10-7	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-10-8	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-10-9	49,36	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 9-10-10	49,36	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 9-11-1	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 9-11-2	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 9-11-3	49,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-11-4	49,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-11-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-11-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-11-7	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-11-8	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-11-9	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-11-10	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-12-1	49,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-12-2	49,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-12-3	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-12-4	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-12-5	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-12-6	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-12-7	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-12-8	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-12-9	49,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 9-12-10	49,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 9-13-1	19,03	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 9-13-2	19,03	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 9-13-3	49,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-13-4	49,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-13-5	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-13-6	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-13-7	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-13-8	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-13-9	18,63	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-13-10	18,63	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 10-1-1	31,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,64	0,15	0,15	OK	OK
String 10-1-2	31,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,64	0,15	0,15	OK	OK
String 10-1-3	19,03	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 10-1-4	19,03	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	**Longitud (m)**	**Cable**	**Nº conductores polo**	**Imp (A)**	**Isc (A)**	**Ib (A)**	**V (V)**	**P (W)**	**k1**	**k2**	**k3**	**k4**	**S (mm2)**	**Io (A)**	**Iz (A)**	**Ib/Iz (%)**	**ΔV (V)**	**ΔV (%)**	**ΔV Acumulada (%)**	**Criterio térmico**	**Criterio ΔV**
String 10-1-5	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-1-6	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-1-7	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-1-8	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-1-9	18,63	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 10-1-10	18,63	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 10-2-1	49,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 10-2-2	49,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 10-2-3	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-2-4	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-2-5	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-2-6	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-2-7	18,63	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 10-2-8	18,63	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 10-2-9	49,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 10-2-10	49,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 10-3-1	19,03	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 10-3-2	19,03	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 10-3-3	49,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 10-3-4	49,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 10-3-5	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-3-6	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-3-7	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-3-8	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-3-9	49,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 10-3-10	49,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 10-4-1	19,03	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 10-4-2	19,03	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 10-4-3	13,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,72	0,06	0,06	OK	OK
String 10-4-4	13,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,72	0,06	0,06	OK	OK
String 10-4-5	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-4-6	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-4-7	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-4-8	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-4-9	26,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,37	0,12	0,12	OK	OK
String 10-4-10	26,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,37	0,12	0,12	OK	OK
String 10-5-1	18,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 10-5-2	18,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,09	0,09	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 10-5-3	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-5-4	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-5-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-5-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-5-7	49,30	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 10-5-8	49,30	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 10-5-9	18,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 10-5-10	18,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 10-5-11	48,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,54	0,23	0,23	OK	OK
String 10-6-1	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-6-2	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-6-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-6-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-6-5	49,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 10-6-6	126,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 10-6-7	126,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 10-6-8	96,25	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-6-9	96,25	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-6-10	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-6-11	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-7-1	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-7-2	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-7-3	113,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,89	0,53	0,53	OK	OK
String 10-7-4	113,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,89	0,53	0,53	OK	OK
String 10-7-5	82,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,29	0,39	0,39	OK	OK
String 10-7-6	82,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,29	0,39	0,39	OK	OK
String 10-7-7	51,71	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,69	0,24	0,24	OK	OK
String 10-7-8	51,71	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,69	0,24	0,24	OK	OK
String 10-7-9	20,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,09	0,10	0,10	OK	OK
String 10-7-10	20,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,09	0,10	0,10	OK	OK
String 10-7-11	34,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-8-1	65,48	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-8-2	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-8-3	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-8-4	113,19	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,89	0,53	0,53	OK	OK
String 10-8-5	113,19	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,89	0,53	0,53	OK	OK
String 10-8-6	82,46	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,29	0,39	0,39	OK	OK
String 10-8-7	82,46	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,29	0,39	0,39	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 10-8-8	51,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,70	0,24	0,24	OK	OK
String 10-8-9	96,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-8-10	96,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-8-11	65,48	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-9-1	65,47	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-9-2	65,47	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-9-3	34,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-9-4	34,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-9-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-9-6	49,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 10-9-7	49,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 10-9-8	126,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 10-9-9	126,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 10-9-10	96,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-9-11	96,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-10-1	126,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 10-10-2	126,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 10-10-3	96,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-10-4	96,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-10-5	65,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-10-6	65,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-10-7	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-10-8	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-10-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-10-10	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-10-11	18,74	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,98	0,09	0,09	OK	OK
String 10-11-1	126,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 10-11-2	126,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 10-11-3	96,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-11-4	96,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-11-5	65,51	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-11-6	65,51	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-11-7	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-11-8	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-11-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-11-10	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-12-1	126,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 10-12-2	126,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 10-12-3	96,18	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-12-4	96,18	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-12-5	65,53	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-12-6	65,53	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-12-7	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-12-8	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-12-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-12-10	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-13-1	96,13	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-13-2	96,13	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-13-3	65,48	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-13-4	65,48	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-13-5	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-13-6	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-13-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-13-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-13-9	52,37	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,73	0,25	0,25	OK	OK
String 10-13-10	52,37	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,73	0,25	0,25	OK	OK
String 11-1-1	83,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,33	0,39	0,39	OK	OK
String 11-1-2	83,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,33	0,39	0,39	OK	OK
String 11-1-3	52,37	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,73	0,25	0,25	OK	OK
String 11-1-4	52,37	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,73	0,25	0,25	OK	OK
String 11-1-5	96,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 11-1-6	96,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 11-1-7	65,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 11-1-8	65,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 11-1-9	34,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-1-10	34,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-2-1	28,37	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,48	0,13	0,13	OK	OK
String 11-2-2	28,37	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,48	0,13	0,13	OK	OK
String 11-2-3	65,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 11-2-4	65,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 11-2-5	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-2-6	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-2-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-2-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-2-9	115,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,99	0,54	0,54	OK	OK
String 11-2-10	115,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,99	0,54	0,54	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 11-3-1	21,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,10	0,10	0,10	OK	OK
String 11-3-2	21,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,10	0,10	0,10	OK	OK
String 11-3-3	34,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-3-4	34,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-3-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-3-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-3-7	107,51	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,60	0,51	0,51	OK	OK
String 11-3-8	107,51	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,60	0,51	0,51	OK	OK
String 11-3-9	80,65	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,20	0,38	0,38	OK	OK
String 11-3-10	80,65	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,20	0,38	0,38	OK	OK
String 11-4-1	44,05	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,29	0,21	0,21	OK	OK
String 11-4-2	44,05	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,29	0,21	0,21	OK	OK
String 11-4-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-4-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-4-5	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-4-6	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-4-7	26,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,37	0,12	0,12	OK	OK
String 11-4-8	26,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,37	0,12	0,12	OK	OK
String 11-4-9	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 11-4-10	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 11-5-1	49,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,56	0,23	0,23	OK	OK
String 11-5-2	49,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,56	0,23	0,23	OK	OK
String 11-5-3	18,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,96	0,09	0,09	OK	OK
String 11-5-4	18,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,96	0,09	0,09	OK	OK
String 11-5-5	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-5-6	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-5-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-5-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-5-9	18,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,98	0,09	0,09	OK	OK
String 11-5-10	18,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,98	0,09	0,09	OK	OK
String 11-6-1	49,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 11-6-2	49,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 11-6-3	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-6-4	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-6-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-6-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-6-7	49,47	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,58	0,23	0,23	OK	OK
String 11-6-8	49,47	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,58	0,23	0,23	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 11-6-9	18,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,98	0,09	0,09	OK	OK
String 11-6-10	18,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,98	0,09	0,09	OK	OK
String 11-7-1	49,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 11-7-2	49,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 11-7-3	18,34	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,96	0,09	0,09	OK	OK
String 11-7-4	18,34	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,96	0,09	0,09	OK	OK
String 11-7-5	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-7-6	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-7-7	144,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,52	0,68	0,68	OK	OK
String 11-7-8	113,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,92	0,53	0,53	OK	OK
String 11-7-9	113,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,92	0,53	0,53	OK	OK
String 11-7-10	144,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,52	0,68	0,68	OK	OK
String 11-8-1	20,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,04	0,09	0,09	OK	OK
String 11-8-2	20,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,04	0,09	0,09	OK	OK
String 11-8-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-8-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-8-5	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 11-8-6	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 11-8-7	50,32	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,62	0,24	0,24	OK	OK
String 11-8-8	50,32	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,62	0,24	0,24	OK	OK
String 11-8-9	62,82	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,27	0,30	0,30	OK	OK
String 11-8-10	62,82	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,27	0,30	0,30	OK	OK
String 11-9-1	20,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,04	0,09	0,09	OK	OK
String 11-9-2	20,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,04	0,09	0,09	OK	OK
String 11-9-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-9-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-9-5	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-9-6	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-9-7	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 11-9-8	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 11-9-9	50,33	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,62	0,24	0,24	OK	OK
String 11-9-10	50,33	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,62	0,24	0,24	OK	OK
String 11-10-1	20,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,04	0,09	0,09	OK	OK
String 11-10-2	20,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,04	0,09	0,09	OK	OK
String 11-10-3	50,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,64	0,24	0,24	OK	OK
String 11-10-4	50,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,64	0,24	0,24	OK	OK
String 11-10-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-10-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 11-10-7	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-10-8	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-10-9	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 11-10-10	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 11-11-1	30,89	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,61	0,15	0,15	OK	OK
String 11-11-2	30,89	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,61	0,15	0,15	OK	OK
String 11-11-3	18,39	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,96	0,09	0,09	OK	OK
String 11-11-4	18,39	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,96	0,09	0,09	OK	OK
String 11-11-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-11-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-11-7	18,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,98	0,09	0,09	OK	OK
String 11-11-8	18,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,98	0,09	0,09	OK	OK
String 11-11-9	31,30	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,63	0,15	0,15	OK	OK
String 11-11-10	31,30	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,63	0,15	0,15	OK	OK
String 11-12-1	20,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,04	0,09	0,09	OK	OK
String 11-12-2	20,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,04	0,09	0,09	OK	OK
String 11-12-3	13,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,72	0,06	0,06	OK	OK
String 11-12-4	13,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,72	0,06	0,06	OK	OK
String 11-12-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-12-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-12-7	26,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,37	0,12	0,12	OK	OK
String 11-12-8	26,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,37	0,12	0,12	OK	OK
String 11-12-9	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 11-12-10	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 11-13-1	43,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,24	0,20	0,20	OK	OK
String 11-13-2	43,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,24	0,20	0,20	OK	OK
String 11-13-3	30,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,59	0,14	0,14	OK	OK
String 11-13-4	30,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,59	0,14	0,14	OK	OK
String 11-13-5	18,08	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,08	0,08	OK	OK
String 11-13-6	18,08	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,08	0,08	OK	OK
String 11-13-7	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-13-8	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-13-9	18,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,96	0,09	0,09	OK	OK
String 11-13-10	18,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,96	0,09	0,09	OK	OK
String 11-13-11	30,88	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,61	0,15	0,15	OK	OK
String 11-13-12	30,88	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,61	0,15	0,15	OK	OK
String 6-12-9	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-12-10	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 6-13-1	114,12	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 6-13-2	114,12	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 6-13-3	83,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 6-13-4	83,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 6-13-5	52,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,75	0,25	0,25	OK	OK
String 6-13-6	52,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,75	0,25	0,25	OK	OK
String 6-13-7	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-13-8	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 6-13-9	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 6-13-10	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-1-1	114,13	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 7-1-2	114,13	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 7-1-3	83,42	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 7-1-4	83,42	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 7-1-5	96,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,00	0,45	0,45	OK	OK
String 7-1-6	96,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,00	0,45	0,45	OK	OK
String 7-1-7	65,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,40	0,31	0,31	OK	OK
String 7-1-8	65,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,40	0,31	0,31	OK	OK
String 7-1-9	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-1-10	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-1-11	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-2-1	22,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,15	0,10	0,10	OK	OK
String 7-2-2	96,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,00	0,45	0,45	OK	OK
String 7-2-3	96,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,00	0,45	0,45	OK	OK
String 7-2-4	65,33	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,40	0,31	0,31	OK	OK
String 7-2-5	65,33	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,40	0,31	0,31	OK	OK
String 7-2-6	34,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-2-7	34,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-2-8	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-2-9	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-2-10	22,50	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,17	0,11	0,11	OK	OK
String 7-2-11	22,50	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,17	0,11	0,11	OK	OK
String 7-3-1	114,09	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 7-3-2	114,09	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 7-3-3	83,33	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 7-3-4	83,33	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 7-3-5	52,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,74	0,25	0,25	OK	OK
String 7-3-6	52,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,74	0,25	0,25	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 7-3-7	34,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-3-8	34,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-3-9	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-3-10	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-3-11	65,39	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,40	0,31	0,31	OK	OK
String 7-4-1	144,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,54	0,68	0,68	OK	OK
String 7-4-2	144,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,54	0,68	0,68	OK	OK
String 7-4-3	113,96	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,93	0,54	0,54	OK	OK
String 7-4-4	65,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-4-5	65,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-4-6	34,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-4-7	34,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-4-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-4-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-4-10	22,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,10	0,10	OK	OK
String 7-4-11	22,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,10	0,10	OK	OK
String 7-5-1	65,57	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-5-2	65,57	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-5-3	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-5-4	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-5-5	83,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,36	0,39	0,39	OK	OK
String 7-5-6	83,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,36	0,39	0,39	OK	OK
String 7-5-7	52,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,76	0,25	0,25	OK	OK
String 7-5-8	52,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,76	0,25	0,25	OK	OK
String 7-5-9	22,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,10	0,10	OK	OK
String 7-5-10	22,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,10	0,10	OK	OK
String 7-6-1	96,19	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-6-2	96,19	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-6-3	65,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-6-4	65,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-6-5	34,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-6-6	34,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-6-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-6-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-6-9	22,34	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,11	0,11	OK	OK
String 7-6-10	22,34	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,16	0,11	0,11	OK	OK
String 7-7-1	114,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 7-7-2	114,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 7-7-3	83,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 7-7-4	83,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 7-7-5	52,56	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,74	0,25	0,25	OK	OK
String 7-7-6	52,56	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,74	0,25	0,25	OK	OK
String 7-7-7	34,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-7-8	34,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-7-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-7-10	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-8-1	114,01	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 7-8-2	114,01	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,94	0,54	0,54	OK	OK
String 7-8-3	83,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 7-8-4	83,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,34	0,39	0,39	OK	OK
String 7-8-5	96,18	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-8-6	96,18	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-8-7	65,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-8-8	65,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-8-9	34,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-8-10	34,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-9-1	21,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,14	0,10	0,10	OK	OK
String 7-9-2	34,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-9-3	34,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-9-4	21,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,14	0,10	0,10	OK	OK
String 7-9-5	96,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-9-6	96,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-9-7	65,48	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-9-8	65,48	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-9-9	126,93	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 7-9-10	126,93	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 7-10-1	21,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,14	0,10	0,10	OK	OK
String 7-10-2	21,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,14	0,10	0,10	OK	OK
String 7-10-3	96,26	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-10-4	96,26	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-10-5	65,53	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-10-6	65,53	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-10-7	34,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-10-8	34,81	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-10-9	4,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-10-10	4,11	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 7-11-1	144,66	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,53	0,68	0,68	OK	OK
String 7-11-2	144,66	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,53	0,68	0,68	OK	OK
String 7-11-3	126,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 7-11-4	126,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 7-11-5	96,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-11-6	96,24	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-11-7	65,51	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-11-8	65,51	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-11-9	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-11-10	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-12-1	21,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,14	0,10	0,10	OK	OK
String 7-12-2	21,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,14	0,10	0,10	OK	OK
String 7-12-3	127,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 7-12-4	127,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 7-12-5	96,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-12-6	96,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 7-12-7	65,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-12-8	65,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-12-9	34,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-12-10	34,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-13-1	74,93	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,90	0,35	0,35	OK	OK
String 7-13-2	74,93	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,90	0,35	0,35	OK	OK
String 7-13-3	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-13-4	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 7-13-5	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-13-6	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 7-13-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-13-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 7-13-9	112,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,87	0,53	0,53	OK	OK
String 7-13-10	112,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,87	0,53	0,53	OK	OK
String 8-1-1	18,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 8-1-2	18,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 8-1-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-1-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-1-5	18,58	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-1-6	18,58	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-1-7	31,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 8-1-8	31,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 8-1-9	43,56	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,27	0,20	0,20	OK	OK
String 8-1-10	43,56	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,27	0,20	0,20	OK	OK
String 8-1-11	30,66	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,60	0,14	0,14	OK	OK
String 8-2-1	48,88	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 8-2-2	48,88	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 8-2-3	18,17	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 8-2-4	18,17	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 8-2-5	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 8-2-6	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 8-2-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-2-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-2-9	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 8-2-10	49,29	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 8-2-11	18,56	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-3-1	65,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 8-3-2	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 8-3-3	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 8-3-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-3-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-3-6	49,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 8-3-7	49,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 8-3-8	18,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-3-9	18,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-3-10	65,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 8-3-11	18,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 8-4-1	65,62	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 8-4-2	65,62	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 8-4-3	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 8-4-4	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 8-4-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-4-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-4-7	80,05	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,17	0,38	0,38	OK	OK
String 8-4-8	80,05	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,17	0,38	0,38	OK	OK
String 8-4-9	49,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 8-4-10	49,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 8-4-11	18,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-5-1	34,94	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 8-5-2	34,94	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 8-5-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-5-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-5-5	110,89	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,77	0,52	0,52	OK	OK
String 8-5-6	110,89	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,77	0,52	0,52	OK	OK
String 8-5-7	80,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,17	0,38	0,38	OK	OK
String 8-5-8	80,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,17	0,38	0,38	OK	OK
String 8-5-9	49,30	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 8-5-10	49,30	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 8-6-1	84,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,39	0,40	0,40	OK	OK
String 8-6-2	84,28	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,39	0,40	0,40	OK	OK
String 8-6-3	53,57	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,79	0,25	0,25	OK	OK
String 8-6-4	53,57	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,79	0,25	0,25	OK	OK
String 8-6-5	22,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,18	0,11	0,11	OK	OK
String 8-6-6	22,72	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,18	0,11	0,11	OK	OK
String 8-6-7	34,93	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 8-6-8	34,93	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 8-6-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-6-10	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-7-1	96,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,02	0,45	0,45	OK	OK
String 8-7-2	96,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,02	0,45	0,45	OK	OK
String 8-7-3	65,69	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 8-7-4	65,69	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 8-7-5	34,85	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 8-7-6	34,85	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 8-7-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-7-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-7-9	18,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 8-7-10	18,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 8-8-1	48,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 8-8-2	48,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 8-8-3	18,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 8-8-4	18,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 8-8-5	96,44	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,02	0,45	0,45	OK	OK
String 8-8-6	96,44	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,02	0,45	0,45	OK	OK
String 8-8-7	65,68	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 8-8-8	65,68	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 8-8-9	34,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 8-8-10	34,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 8-9-1	110,47	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,75	0,52	0,52	OK	OK
String 8-9-2	110,47	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,75	0,52	0,52	OK	OK
String 8-9-3	79,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,15	0,37	0,37	OK	OK
String 8-9-4	79,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,15	0,37	0,37	OK	OK
String 8-9-5	48,92	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 8-9-6	48,92	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 8-9-7	96,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,02	0,45	0,45	OK	OK
String 8-9-8	96,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,02	0,45	0,45	OK	OK
String 8-9-9	65,68	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 8-9-10	65,68	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 8-10-1	110,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,75	0,52	0,52	OK	OK
String 8-10-2	110,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,75	0,52	0,52	OK	OK
String 8-10-3	79,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,15	0,38	0,38	OK	OK
String 8-10-4	79,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,15	0,38	0,38	OK	OK
String 8-10-5	48,91	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 8-10-6	48,91	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 8-10-7	18,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 8-10-8	18,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 8-10-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-10-10	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-11-1	31,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,64	0,15	0,15	OK	OK
String 8-11-2	31,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,64	0,15	0,15	OK	OK
String 8-11-3	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 8-11-4	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 8-11-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-11-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-11-7	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-11-8	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-11-9	31,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 8-11-10	31,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 8-12-1	31,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,64	0,15	0,15	OK	OK
String 8-12-2	31,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,64	0,15	0,15	OK	OK
String 8-12-3	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 8-12-4	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 8-12-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-12-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-12-7	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-12-8	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 8-12-9	31,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 8-12-10	31,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 8-13-1	31,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,64	0,15	0,15	OK	OK
String 8-13-2	31,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,64	0,15	0,15	OK	OK
String 8-13-3	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 8-13-4	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 8-13-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-13-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 8-13-7	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-13-8	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 8-13-9	31,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 8-13-10	31,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 9-1-1	48,91	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 9-1-2	18,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 9-1-3	18,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 9-1-4	65,67	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 9-1-5	65,67	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 9-1-6	34,82	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-1-7	34,82	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-1-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-1-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-1-10	96,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,02	0,45	0,45	OK	OK
String 9-1-11	96,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,02	0,45	0,45	OK	OK
String 9-2-1	110,39	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,75	0,52	0,52	OK	OK
String 9-2-2	110,39	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,75	0,52	0,52	OK	OK
String 9-2-3	79,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,15	0,37	0,37	OK	OK
String 9-2-4	79,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,15	0,37	0,37	OK	OK
String 9-2-5	48,95	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 9-2-6	96,32	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,02	0,45	0,45	OK	OK
String 9-2-7	96,32	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,02	0,45	0,45	OK	OK
String 9-2-8	65,67	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 9-2-9	65,67	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 9-2-10	34,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-2-11	48,95	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 9-3-1	18,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 9-3-2	18,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 9-3-3	65,68	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK
String 9-3-4	65,68	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,42	0,31	0,31	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 9-3-5	34,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 9-3-6	34,90	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 9-3-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-3-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-3-9	18,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-3-10	18,55	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-3-11	49,05	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 9-4-1	49,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,56	0,23	0,23	OK	OK
String 9-4-2	49,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,56	0,23	0,23	OK	OK
String 9-4-3	18,18	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 9-4-4	18,18	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 9-4-5	35,01	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 9-4-6	35,01	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,82	0,16	0,16	OK	OK
String 9-4-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-4-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-4-9	80,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,17	0,38	0,38	OK	OK
String 9-4-10	80,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,17	0,38	0,38	OK	OK
String 9-4-11	49,46	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,58	0,23	0,23	OK	OK
String 9-5-1	35,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,83	0,16	0,16	OK	OK
String 9-5-2	35,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,83	0,16	0,16	OK	OK
String 9-5-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-5-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-5-5	49,62	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,58	0,23	0,23	OK	OK
String 9-5-6	49,62	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,58	0,23	0,23	OK	OK
String 9-5-7	18,63	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-5-8	18,63	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-5-9	49,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,56	0,23	0,23	OK	OK
String 9-5-10	49,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,56	0,23	0,23	OK	OK
String 9-6-1	30,74	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,60	0,14	0,14	OK	OK
String 9-6-2	30,74	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,60	0,14	0,14	OK	OK
String 9-6-3	18,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 9-6-4	18,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,95	0,09	0,09	OK	OK
String 9-6-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-6-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-6-7	18,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-6-8	18,70	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-6-9	31,19	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 9-6-10	31,19	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 9-7-1	31,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,64	0,15	0,15	OK	OK
String 9-7-2	31,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,64	0,15	0,15	OK	OK
String 9-7-3	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 9-7-4	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 9-7-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-7-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-7-7	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-7-8	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-7-9	31,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 9-7-10	31,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,62	0,15	0,15	OK	OK
String 9-8-1	49,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-8-2	49,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-8-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-8-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-8-5	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-8-6	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-8-7	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-8-8	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-8-9	49,37	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 9-8-10	49,37	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 9-9-1	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 9-9-2	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 9-9-3	49,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-9-4	49,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-9-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-9-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-9-7	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-9-8	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-9-9	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-9-10	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-10-1	49,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-10-2	49,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-10-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-10-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-10-5	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-10-6	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-10-7	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-10-8	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 9-10-9	49,36	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 9-10-10	49,36	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 9-11-1	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 9-11-2	19,04	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 9-11-3	49,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-11-4	49,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-11-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-11-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-11-7	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-11-8	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-11-9	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-11-10	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-12-1	49,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-12-2	49,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-12-3	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-12-4	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-12-5	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-12-6	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-12-7	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-12-8	18,64	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-12-9	49,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 9-12-10	49,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 9-13-1	19,03	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 9-13-2	19,03	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 9-13-3	49,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-13-4	49,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 9-13-5	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-13-6	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 9-13-7	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-13-8	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 9-13-9	18,63	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 9-13-10	18,63	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 10-1-1	31,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,64	0,15	0,15	OK	OK
String 10-1-2	31,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,64	0,15	0,15	OK	OK
String 10-1-3	19,03	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 10-1-4	19,03	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 10-1-5	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-1-6	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 10-1-7	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-1-8	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-1-9	18,63	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 10-1-10	18,63	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 10-2-1	49,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 10-2-2	49,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 10-2-3	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-2-4	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-2-5	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-2-6	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-2-7	18,63	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 10-2-8	18,63	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 10-2-9	49,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 10-2-10	49,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 10-3-1	19,03	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 10-3-2	19,03	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 10-3-3	49,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 10-3-4	49,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,59	0,23	0,23	OK	OK
String 10-3-5	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-3-6	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-3-7	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-3-8	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-3-9	49,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 10-3-10	49,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 10-4-1	19,03	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 10-4-2	19,03	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,99	0,09	0,09	OK	OK
String 10-4-3	13,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,72	0,06	0,06	OK	OK
String 10-4-4	13,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,72	0,06	0,06	OK	OK
String 10-4-5	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-4-6	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-4-7	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-4-8	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-4-9	26,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,37	0,12	0,12	OK	OK
String 10-4-10	26,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,37	0,12	0,12	OK	OK
String 10-5-1	18,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 10-5-2	18,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,09	0,09	OK	OK
String 10-5-3	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-5-4	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 10-5-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-5-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-5-7	49,30	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 10-5-8	49,30	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 10-5-9	18,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 10-5-10	18,54	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,97	0,09	0,09	OK	OK
String 10-5-11	48,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,54	0,23	0,23	OK	OK
String 10-6-1	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-6-2	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-6-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-6-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-6-5	49,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 10-6-6	126,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 10-6-7	126,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 10-6-8	96,25	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-6-9	96,25	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-6-10	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-6-11	65,52	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-7-1	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-7-2	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-7-3	113,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,89	0,53	0,53	OK	OK
String 10-7-4	113,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,89	0,53	0,53	OK	OK
String 10-7-5	82,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,29	0,39	0,39	OK	OK
String 10-7-6	82,43	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,29	0,39	0,39	OK	OK
String 10-7-7	51,71	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,69	0,24	0,24	OK	OK
String 10-7-8	51,71	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,69	0,24	0,24	OK	OK
String 10-7-9	20,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,09	0,10	0,10	OK	OK
String 10-7-10	20,97	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,09	0,10	0,10	OK	OK
String 10-7-11	34,83	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-8-1	65,48	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-8-2	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-8-3	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-8-4	113,19	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,89	0,53	0,53	OK	OK
String 10-8-5	113,19	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,89	0,53	0,53	OK	OK
String 10-8-6	82,46	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,29	0,39	0,39	OK	OK
String 10-8-7	82,46	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,29	0,39	0,39	OK	OK
String 10-8-8	51,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,70	0,24	0,24	OK	OK
String 10-8-9	96,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 10-8-10	96,20	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-8-11	65,48	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-9-1	65,47	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-9-2	65,47	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-9-3	34,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-9-4	34,76	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-9-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-9-6	49,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 10-9-7	49,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,57	0,23	0,23	OK	OK
String 10-9-8	126,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 10-9-9	126,86	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 10-9-10	96,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-9-11	96,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-10-1	126,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 10-10-2	126,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 10-10-3	96,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-10-4	96,15	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-10-5	65,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-10-6	65,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-10-7	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-10-8	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-10-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-10-10	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-10-11	18,74	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,98	0,09	0,09	OK	OK
String 10-11-1	126,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 10-11-2	126,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 10-11-3	96,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-11-4	96,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-11-5	65,51	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-11-6	65,51	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-11-7	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-11-8	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-11-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-11-10	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-12-1	126,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 10-12-2	126,87	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	6,61	0,60	0,60	OK	OK
String 10-12-3	96,18	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-12-4	96,18	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 10-12-5	65,53	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-12-6	65,53	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-12-7	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-12-8	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-12-9	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-12-10	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-13-1	96,13	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-13-2	96,13	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 10-13-3	65,48	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-13-4	65,48	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 10-13-5	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-13-6	34,78	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 10-13-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-13-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 10-13-9	52,37	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,73	0,25	0,25	OK	OK
String 10-13-10	52,37	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,73	0,25	0,25	OK	OK
String 11-1-1	83,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,33	0,39	0,39	OK	OK
String 11-1-2	83,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,33	0,39	0,39	OK	OK
String 11-1-3	52,37	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,73	0,25	0,25	OK	OK
String 11-1-4	52,37	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,73	0,25	0,25	OK	OK
String 11-1-5	96,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 11-1-6	96,14	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,01	0,45	0,45	OK	OK
String 11-1-7	65,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 11-1-8	65,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 11-1-9	34,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-1-10	34,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-2-1	28,37	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,48	0,13	0,13	OK	OK
String 11-2-2	28,37	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,48	0,13	0,13	OK	OK
String 11-2-3	65,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 11-2-4	65,45	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,41	0,31	0,31	OK	OK
String 11-2-5	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-2-6	34,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-2-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-2-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-2-9	115,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,99	0,54	0,54	OK	OK
String 11-2-10	115,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,963	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,99	0,54	0,54	OK	OK
String 11-3-1	21,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,10	0,10	0,10	OK	OK
String 11-3-2	21,16	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,10	0,10	0,10	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 11-3-3	34,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-3-4	34,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-3-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-3-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-3-7	107,51	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,60	0,51	0,51	OK	OK
String 11-3-8	107,51	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,60	0,51	0,51	OK	OK
String 11-3-9	80,65	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,20	0,38	0,38	OK	OK
String 11-3-10	80,65	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	4,20	0,38	0,38	OK	OK
String 11-4-1	44,05	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,29	0,21	0,21	OK	OK
String 11-4-2	44,05	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,29	0,21	0,21	OK	OK
String 11-4-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-4-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-4-5	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-4-6	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-4-7	26,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,37	0,12	0,12	OK	OK
String 11-4-8	26,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,37	0,12	0,12	OK	OK
String 11-4-9	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 11-4-10	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 11-5-1	49,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,56	0,23	0,23	OK	OK
String 11-5-2	49,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,56	0,23	0,23	OK	OK
String 11-5-3	18,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,96	0,09	0,09	OK	OK
String 11-5-4	18,35	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,96	0,09	0,09	OK	OK
String 11-5-5	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-5-6	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-5-7	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-5-8	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-5-9	18,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,98	0,09	0,09	OK	OK
String 11-5-10	18,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,98	0,09	0,09	OK	OK
String 11-6-1	49,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 11-6-2	49,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 11-6-3	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-6-4	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-6-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-6-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-6-7	49,47	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,58	0,23	0,23	OK	OK
String 11-6-8	49,47	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,58	0,23	0,23	OK	OK
String 11-6-9	18,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,98	0,09	0,09	OK	OK
String 11-6-10	18,75	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,98	0,09	0,09	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 11-7-1	49,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 11-7-2	49,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,55	0,23	0,23	OK	OK
String 11-7-3	18,34	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,96	0,09	0,09	OK	OK
String 11-7-4	18,34	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,96	0,09	0,09	OK	OK
String 11-7-5	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-7-6	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-7-7	144,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,52	0,68	0,68	OK	OK
String 11-7-8	113,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,92	0,53	0,53	OK	OK
String 11-7-9	113,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	5,92	0,53	0,53	OK	OK
String 11-7-10	144,49	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	7,52	0,68	0,68	OK	OK
String 11-8-1	20,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,04	0,09	0,09	OK	OK
String 11-8-2	20,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,04	0,09	0,09	OK	OK
String 11-8-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-8-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-8-5	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 11-8-6	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 11-8-7	50,32	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,62	0,24	0,24	OK	OK
String 11-8-8	50,32	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,62	0,24	0,24	OK	OK
String 11-8-9	62,82	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,27	0,30	0,30	OK	OK
String 11-8-10	62,82	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	3,27	0,30	0,30	OK	OK
String 11-9-1	20,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,04	0,09	0,09	OK	OK
String 11-9-2	20,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,04	0,09	0,09	OK	OK
String 11-9-3	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-9-4	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-9-5	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-9-6	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-9-7	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 11-9-8	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 11-9-9	50,33	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,62	0,24	0,24	OK	OK
String 11-9-10	50,33	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,62	0,24	0,24	OK	OK
String 11-10-1	20,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,04	0,09	0,09	OK	OK
String 11-10-2	20,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,04	0,09	0,09	OK	OK
String 11-10-3	50,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,64	0,24	0,24	OK	OK
String 11-10-4	50,73	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,64	0,24	0,24	OK	OK
String 11-10-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-10-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-10-7	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK
String 11-10-8	34,79	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,81	0,16	0,16	OK	OK

Circuito string – Cajas de conexión(BT-CC)																				
String X-Y-Z X: inversor Y: caja conexión Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 11-10-9	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 11-10-10	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 11-11-1	30,89	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,61	0,15	0,15	OK	OK
String 11-11-2	30,89	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,61	0,15	0,15	OK	OK
String 11-11-3	18,39	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,96	0,09	0,09	OK	OK
String 11-11-4	18,39	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,96	0,09	0,09	OK	OK
String 11-11-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-11-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-11-7	18,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,98	0,09	0,09	OK	OK
String 11-11-8	18,80	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,98	0,09	0,09	OK	OK
String 11-11-9	31,30	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,63	0,15	0,15	OK	OK
String 11-11-10	31,30	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,63	0,15	0,15	OK	OK
String 11-12-1	20,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,04	0,09	0,09	OK	OK
String 11-12-2	20,00	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,04	0,09	0,09	OK	OK
String 11-12-3	13,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,72	0,06	0,06	OK	OK
String 11-12-4	13,77	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,72	0,06	0,06	OK	OK
String 11-12-5	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-12-6	4,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-12-7	26,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,37	0,12	0,12	OK	OK
String 11-12-8	26,27	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,37	0,12	0,12	OK	OK
String 11-12-9	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 11-12-10	19,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,02	0,09	0,09	OK	OK
String 11-13-1	43,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,24	0,20	0,20	OK	OK
String 11-13-2	43,07	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	2,24	0,20	0,20	OK	OK
String 11-13-3	30,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,59	0,14	0,14	OK	OK
String 11-13-4	30,60	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,59	0,14	0,14	OK	OK
String 11-13-5	18,08	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,08	0,08	OK	OK
String 11-13-6	18,08	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,94	0,08	0,08	OK	OK
String 11-13-7	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-13-8	4,06	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,21	0,02	0,02	OK	OK
String 11-13-9	18,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,96	0,09	0,09	OK	OK
String 11-13-10	18,41	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	0,96	0,09	0,09	OK	OK
String 11-13-11	30,88	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,61	0,15	0,15	OK	OK
String 11-13-12	30,88	Cu/LSZH	1	13,62	14,37	17,96	1107,34	15080	1	1	0,5	1,02	6	61	31,11	57,74	1,61	0,15	0,15	OK	OK

2. Circuito Cajas de Conexión – Estación de potencia

INV-X-Y X: Inversor Y: Caja conexión	Longitud (m)	Cable	Nº strings	Nº conductores por fase	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV acumulada (%)	Icc (kA)	Smin ICC (mm2)	Criterio térmico	Criterio ΔV	Criterio Cortocircu
INV 1-1	71,28	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	2,83	0,26	0,78	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 1-2	33,76	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	1,34	0,12	0,64	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 1-3	64,36	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	2,56	0,23	0,75	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 1-4	46,94	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	1,86	0,17	0,69	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 1-5	59,44	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	2,15	0,19	0,71	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 1-6	84,44	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	3,05	0,28	0,80	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 1-7	104,81	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	4,16	0,38	0,90	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 1-8	79,81	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	3,17	0,29	0,81	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 1-9	42,31	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	1,53	0,14	0,66	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 1-10	29,81	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	1,08	0,10	0,62	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 1-11	17,31	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	0,62	0,06	0,58	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 1-12	28,72	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	1,04	0,09	0,61	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 1-13	53,72	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	1,94	0,18	0,70	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 2-1	190,99	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	6,90	0,62	1,45	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 2-2	142,33	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	5,14	0,46	1,29	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 2-3	129,83	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	4,69	0,42	1,25	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 2-4	33,89	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	1,35	0,12	0,95	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 2-5	23,05	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	0,92	0,08	0,91	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 2-6	167,72	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	6,66	0,60	1,43	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 2-7	67,40	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	2,68	0,24	1,07	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 2-8	54,90	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	1,98	0,18	1,01	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 2-9	42,39	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	1,53	0,14	0,97	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 2-10	29,88	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	1,08	0,10	0,92	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 2-11	63,49	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	2,29	0,21	1,03	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 2-12	75,97	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	2,74	0,25	1,07	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 2-13	88,47	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	3,19	0,29	1,12	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 3-1	29,33	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	1,16	0,11	0,78	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 3-2	41,80	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	1,66	0,15	0,82	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 3-3	54,30	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	2,16	0,19	0,87	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 3-4	66,80	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	2,65	0,24	0,91	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 3-5	141,16	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	5,10	0,46	1,13	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 3-6	166,18	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	6,00	0,54	1,22	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 3-7	221,92	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	8,01	0,72	1,40	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 3-8	246,89	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	8,91	0,80	1,48	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 3-9	315,16	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	240	405	251,42	71,44	8,77	0,79	1,47	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 3-10	206,79	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	7,47	0,67	1,35	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 3-11	244,27	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	8,82	0,80	1,47	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 3-12	281,80	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	240	405	251,42	71,44	7,85	0,71	1,38	10,00	108,70	OK	OK	OK

INV-X-Y X: Inversor Y: Caja conexión	Longitud (m)	Cable	Nº strings	Nº conductores por fase	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV acumulada (%)	Icc (kA)	Smin ICC (mm2)	Criterio térmico	Criterio ΔV	Criterio Cortocircu
INV 3-13	319,35	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	240	405	251,42	71,44	8,89	0,80	1,48	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 4-1	42,72	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	1,70	0,15	0,68	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 4-2	61,18	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	2,43	0,22	0,75	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 4-3	70,77	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	2,56	0,23	0,76	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 4-4	53,26	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	1,92	0,17	0,70	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 4-5	65,74	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	2,37	0,21	0,74	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 4-6	121,47	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	4,39	0,40	0,93	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 4-7	177,17	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	6,40	0,58	1,11	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 4-8	245,40	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	8,86	0,80	1,33	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 4-9	326,13	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	240	405	251,42	71,44	9,08	0,82	1,35	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 4-10	286,64	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	240	405	251,42	78,59	8,78	0,79	1,32	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 4-11	239,53	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	9,51	0,86	1,39	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 4-12	188,35	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	6,80	0,61	1,14	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 4-13	163,39	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	5,90	0,53	1,06	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 5-1	152,04	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	6,04	0,55	1,07	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 5-2	189,54	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	7,53	0,68	1,20	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 5-3	214,54	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	8,52	0,77	1,29	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 5-4	227,04	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	9,02	0,81	1,34	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 5-5	252,04	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	9,10	0,82	1,35	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 5-6	264,54	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	9,55	0,86	1,39	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 5-7	277,04	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	10,00	0,90	1,43	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 5-8	289,54	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	10,45	0,94	1,47	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 5-9	146,52	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	5,29	0,48	1,00	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 5-10	171,47	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	6,19	0,56	1,08	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 5-11	196,42	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	7,09	0,64	1,16	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 5-12	208,92	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	7,54	0,68	1,21	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 5-13	233,93	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	8,45	0,76	1,29	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 6-1	97,88	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	3,89	0,35	0,89	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 6-2	85,38	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	3,39	0,31	0,84	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 6-3	72,88	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	2,63	0,24	0,77	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 6-4	47,88	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	1,73	0,16	0,69	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 6-5	22,88	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	0,83	0,07	0,61	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 6-6	34,15	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	1,23	0,11	0,65	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 6-7	71,65	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	2,59	0,23	0,77	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 6-8	168,39	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	6,69	0,60	1,14	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 6-9	155,90	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	6,19	0,56	1,10	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 6-10	130,97	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	5,20	0,47	1,01	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 6-11	118,49	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	4,71	0,42	0,96	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 6-12	93,55	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	3,38	0,31	0,84	10,00	108,70	OK	OK	OK

INV-X-Y X: Inversor Y: Caja conexión	Longitud (m)	Cable	Nº strings	Nº conductores por fase	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV acumulada (%)	Icc (kA)	Smin ICC (mm2)	Criterio térmico	Criterio ΔV	Criterio Cortocircu
INV 6-13	81,06	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	2,93	0,26	0,80	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 7-1	79,74	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	3,17	0,29	0,97	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 7-2	67,24	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	2,67	0,24	0,92	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 7-3	42,17	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	1,67	0,15	0,83	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 7-4	73,81	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	2,93	0,26	0,95	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 7-5	86,31	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	3,12	0,28	0,96	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 7-6	31,53	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	1,14	0,10	0,78	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 7-7	56,51	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	2,04	0,18	0,86	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 7-8	69,00	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	2,49	0,22	0,91	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 7-9	81,47	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	2,94	0,27	0,95	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 7-10	94,00	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	3,39	0,31	0,99	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 7-11	106,44	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	3,84	0,35	1,03	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 7-12	118,97	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	4,30	0,39	1,07	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 7-13	184,75	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	6,67	0,60	1,28	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 8-1	140,20	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	5,57	0,50	1,02	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 8-2	102,71	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	4,08	0,37	0,89	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 8-3	65,19	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	2,59	0,23	0,76	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 8-4	40,19	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	1,60	0,14	0,67	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 8-5	60,32	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	2,18	0,20	0,72	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 8-6	72,45	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	2,62	0,24	0,76	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 8-7	38,30	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	1,38	0,12	0,65	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 8-8	50,80	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	1,83	0,17	0,69	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 8-9	63,30	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	2,29	0,21	0,73	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 8-10	75,81	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	2,74	0,25	0,77	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 8-11	148,12	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	5,35	0,48	1,00	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 8-12	85,62	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	3,09	0,28	0,80	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 8-13	23,12	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	0,83	0,08	0,60	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 9-1	89,73	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	3,56	0,32	0,84	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 9-2	102,23	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	4,06	0,37	0,89	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 9-3	127,22	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	5,05	0,46	0,98	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 9-4	152,23	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	6,05	0,55	1,07	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 9-5	189,76	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	6,85	0,62	1,14	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 9-6	227,31	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	8,21	0,74	1,26	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 9-7	60,36	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	2,18	0,20	0,72	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 9-8	110,36	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	3,98	0,36	0,88	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 9-9	135,36	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	4,89	0,44	0,96	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 9-10	172,86	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	6,24	0,56	1,08	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 9-11	197,86	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	7,14	0,65	1,16	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 9-12	235,36	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	8,50	0,77	1,29	10,00	108,70	OK	OK	OK

INV-X-Y X: Inversor Y: Caja conexión	Longitud (m)	Cable	Nº strings	Nº conductores por fase	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV acumulada (%)	Icc (kA)	Smin ICC (mm2)	Criterio térmico	Criterio ΔV	Criterio Cortocircu
INV 9-13	260,36	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	9,40	0,85	1,37	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 10-1	33,89	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	1,22	0,11	0,71	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 10-2	23,08	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	0,83	0,08	0,67	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 10-3	60,58	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	2,19	0,20	0,79	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 10-4	85,58	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	3,09	0,28	0,88	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 10-5	52,85	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	2,10	0,19	0,79	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 10-6	27,86	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	1,11	0,10	0,70	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 10-7	82,01	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	3,26	0,29	0,89	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 10-8	69,55	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	2,76	0,25	0,85	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 10-9	38,37	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	1,52	0,14	0,73	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 10-10	50,86	Al/XLPE	11	1	149,82	158,07	197,59	1107	165880	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	90,94	2,02	0,18	0,78	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 10-11	63,36	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	2,29	0,21	0,80	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 10-12	75,86	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	2,74	0,25	0,84	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 10-13	114,01	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	4,12	0,37	0,97	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 11-1	107,48	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	3,88	0,35	1,03	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 11-2	147,68	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	5,33	0,48	1,16	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 11-3	196,85	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	7,11	0,64	1,32	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 11-4	313,67	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	240	405	251,42	71,44	8,73	0,79	1,47	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 11-5	282,44	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	240	405	251,42	71,44	7,86	0,71	1,39	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 11-6	257,44	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	240	405	251,42	71,44	7,17	0,65	1,33	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 11-7	219,94	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	7,94	0,72	1,40	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 11-8	224,14	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	185	350	217,28	82,67	8,09	0,73	1,41	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 11-9	261,64	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	240	405	251,42	71,44	7,28	0,66	1,34	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 11-10	299,14	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	240	405	251,42	71,44	8,33	0,75	1,43	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 11-11	380,81	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	300	460	285,57	62,90	8,48	0,77	1,45	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 11-12	336,64	Al/XLPE	10	1	136,2	143,7	179,63	1107	150800	1	1	0,64	0,97	300	460	285,57	62,90	7,50	0,68	1,36	10,00	108,70	OK	OK	OK
INV 11-13	329,47	Al/XLPE	12	1	163,44	172,44	215,55	1107	180960	1	1	0,64	0,97	300	460	285,57	75,48	8,81	0,80	1,47	10,00	108,70	OK	OK	OK

Anejo 2: Memoria de cálculo MT

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales", LMT de interconexión PE y subestación elevadora 66/30 kV en los TT.MM. de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 18,49 MW
Potencia instalada eólica: 31,50 MW
Capacidad de acceso: 31,50 MW

Promotor**: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Julio 2023

ÍNDICE

1. OBJETO 3

2. CÁLCULO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN EN 30 KV 3

2.1. OBJETO 3

2.2. CRITERIOS BASE PARA EL CÁLCULO 3

2.3. NORMATIVA APLICABLE 4

2.4. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR 4

2.5. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN 5

2.6. METODOLOGÍA DE CÁLCULO 5

2.6.1. Máxima intensidad nominal 5

2.6.2. Cálculo por Caída de Tensión 8

2.6.3. Cálculo por Intensidad de Cortocircuito 8

2.6.4. Pérdida de potencia 9

2.7. SISTEMA DE PROTECCIONES 10

2.7.1. Protección contra cortocircuitos 10

2.7.2. Protección contra sobrecargas 10

2.7.3. Protección contra sobretensiones 11

2.8. RESULTADOS DE CÁLCULO 11

ANEXO I: CÁLCULO ELÉCTRICO LSMT 30 KV 12

1. Objeto

Se redacta el siguiente anejo para dar justificación a los datos de diseño que se han considerado al proyectar la línea de subterránea en 30 kV para la evacuación de la energía generada por la instalación hibrida renovables “PE-IFV Los Morales” hasta el centro de seccionamiento.

En la presente memoria de cálculo se llevará a cabo el estudio de los siguientes cálculos eléctricos:

- Cálculo eléctrico de línea subterránea de media tensión en 30 kV.

2. Cálculo de línea subterránea de media tensión en 30 kV

2.1. Objeto

En este apartado se definen los criterios de diseño para el dimensionamiento del cableado y protecciones de la infraestructura de evacuación en 30 kV de la instalación hibrida renovables “PE-IFV Los Morales” hasta el centro de seccionamiento.

2.2. Criterios base para el cálculo

Los criterios que se seguirán para el cálculo son:

- No se excederá la capacidad de carga de corriente continua máxima, después de aplicar factores de reducción de potencia según la instrucción técnica complementaria ITC-LAT 06.
- La caída máxima de tensión considerada para los circuitos de media tensión será del 5 %. La pérdida de potencia máxima será igualmente de 2,5 %.
- La temperatura del cable en condiciones normales debe ser inferior a la temperatura máxima permitida para el cable con la corriente nominal.
- La capacidad de rotura mecánica de cualquier cable no se superará en condiciones de fallo por cortocircuito.
- La temperatura máxima de cortocircuito del conductor no se excederá en condiciones de fallo.
- El tiempo máximo de despeje de fallo trifásico de cortocircuito será de 0,5 segundos.
- El tiempo máximo de despeje de fallo de cortocircuito a tierra es de 1 segundo.
- La temperatura inicial del conductor se tomará como igual a la temperatura máxima nominal continua del aislamiento.

- No se considera efecto de la radiación solar sobre el cable ya que los cables discurrirán enterrados.
- Se considera que la profundidad de instalación es de 1,00 m (medido hasta la parte superior del cable).
- Se considera que para el suelo la temperatura será de 25ºC.
- Se considera que el factor de potencia es igual a 0,95.

2.3. Normativa Aplicable

Los cálculos son conformes a las normativas indicadas a continuación:

- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- UNE-EN 60865-1: Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- IEC 60502-2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um=1,2 kV) up to 30 kV (Um=36 kV).
- IEC 60228: Conductors of insulated cables.

2.4. Características del conductor

El conductor a utilizar será del tipo RHZ1 H-1 Al/0L/20L 18/30 kV, con las siguientes características.

- Tipo constructivo: Unipolar
- Conductor: Aluminio, semirígido clase 2 según UNE-EN 60228
- Aislamiento: XLPE
- Nivel aislamiento: 18/30 kV
- Pantalla metálica: Corona de hilos de cobre
- Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente: 90 ºC
- Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito: 250 ºC
- Temperatura mínima de servicio: -15 ºC

2.5. Condiciones de la Instalación

El Proyecto presenta las siguientes condiciones para la instalación de media tensión:

- Temperatura del terreno: 25 ºC
- Resistividad media del terreno: 1,00 Km/W
- Profundidad de enterramiento: 1,00 m.
- Agrupación de circuitos: 1 circuito de cable aluminio unipolar directamente enterrado.

Notas:

- Dado que no se ha llevado a cabo un estudio geotécnico para analizar las características del suelo, se considera una resistividad térmica del suelo de 1,00 K·m/W según la UNE 21144-3-1.

2.6. Metodología de Cálculo

El cálculo de las secciones y tipo de conductores se realizará mediante la aplicación de tres criterios diferentes:

- Máxima intensidad nominal.
- Caída de tensión.
- Intensidad máxima de cortocircuito

Para la comprobación de cada uno de estos criterios será necesario calcular previamente en cada línea:

- Intensidad nominal para la que debe ser diseñada.
- Longitud de la línea.
- Intensidad de cortocircuito que puede aparecer en la línea.
- Caída de tensión máxima admisible.
- Intensidad máxima admisible para cada conductor.
- Nivel de aislamiento requerido al conductor.

2.6.1. Máxima intensidad nominal

La máxima intensidad nominal vendrá dada por la expresión:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$

Siendo:

- S [kVA] potencia máxima de generación
- Un [kV] Tensión nominal

Línea MT	Desde	Hasta	Potencia máxima (kVA)	Tensión nominal (kV)	Máxima Intensidad (A)
1	WTG-07	WTG-06	4.500	30	86,60
	WTG-03	CS	13.500	30	259,81
2	WTG-01	WTG-02	4.500	30	86,60
	WTG-02	CS	9.000	30	173,20
3	WTG-04	WTG-05	4.500	30	86,60
	WTG-05	CS	9.000	30	173,20
4	SKID 1	CS	1.681	30	32,35
6	SKID 3	SKID 2	3.362	30	64,70
	SKID 2	SET	6.724	30	129,40
7	SKID 4	SKID 5	3.362	30	64,70
	SKID 5	SKID 6	6.724	30	129,40
	SKID 6	SET	10.086	30	194,11

Tabla 1. Configuración instalación media tensión

El dimensionamiento del cableado se establece teniendo en cuenta que la capacidad amperimétrica del cable deberá corregirse las condiciones de instalación establecidas en la instrucción técnica complementaria ITC-06 “Líneas subterráneas con cables aislados”.

Los factores de corrección aplicados en el cálculo son los siguientes:

- Temperatura del terreno: según la tabla 7 de la ITC-LAT 06 se tiene que el factor de corrección en nuestro caso será igual a 1,00 (f_1 = 1,00).

Temperatura °C Servicio Permanente θs	Temperatura del terreno, θ_t, en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

Tabla 2. Factor de corrección, F para temperatura del terreno distinta de 25°C

- Profundidad de instalación: según la tabla 11 de la ITC-LAT 06 se tiene que, para una profundidad de instalación de 1,00 metros, el factor de corrección es 1,00 (f_2 = (1,00).

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm²	>185 mm²	≤185 mm²	>185 mm²
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Tabla 3. Factor de corrección para profundidad de la instalación distintas de 1 m

- Resistividad térmica del terreno: dado que se desconoce el valor de resistividad térmica del terreno, se supone una resistividad térmica del terrero, de 1,00 Km/W (f_3=1,00).

Tipo de instalación	Sección del conductor mm²	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

*Tabla 4. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 k*m/W*

- Distancia entre ternos: según la tabla 10 de la ITC-LAT 06, se tiene que, para una configuración de 4 circuitos, el factor de corrección es de 0,68 (f_4 = 0,68).

Factor de corrección										
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

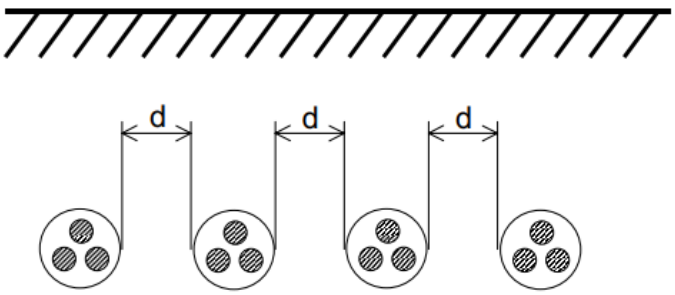


Tabla 5. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

2.6.2. Cálculo por Caída de Tensión

Para el cálculo de la caída de tensión entre fases se aplica la expresión:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L}{N} \cdot (R \cdot cos\varphi + X \cdot sen\varphi)$$

Donde:

- ΔV es la caída de tensión (V)
- I es la intensidad circulante (A)
- L es la longitud del conductor (m)
- N número de cables por fase
- R es la resistencia por metro de conductor (Ω/m)
- X es la reactancia por metro de conductor (Ω/m)
- $cos\varphi$ es el factor de potencia

En los criterios de diseño se establece como base para el cálculo que la temperatura inicial del conductor se tomará como igual a la temperatura máxima nominal continua del aislamiento. Así, la resistencia a 90ºC (temperatura máxima del aislamiento) a partir del dato de la resistencia a 20ºC del cable y de los datos de la norma UNE 21096 se calcula por la expresión:

$$R_{90ºC} = R_{20ºC}[1 + \alpha(T - 20)]$$

También se establece en los criterios de cálculo que el factor de potencia será igual a 0,95 (cosϕ =0,95).

2.6.3. Cálculo por Intensidad de Cortocircuito

La norma IEC-60685 introduce la siguiente expresión para el cálculo de la sección de cable de acuerdo a la corriente de cortocircuito:

$$I_{cc}^2 \cdot t_{cc} = k^2 \cdot S^2 \cdot ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Donde:

- I_{cc} es la corriente de cortocircuito (A)
- t_{cc} es la duración del cortocircuito (s)
- S es la sección del conductor (mm²)
- β es la inversa del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura
- θ_f es la temperatura final del cortocircuito (ºC)

- θ_i es la temperatura inicial del cortocircuito (ºC)
- k es una constante dependiente del material conductor

Las constantes de la formulación anterior son:

Material	k	β
Cobre	226	234,5
Aluminio	148	228

Tabla 6. Constantes dependientes del material

Aislamiento	θ_i	θ_f
PVC	**70**	**160**
XLPE/EPR	90	250

Tabla 7. Constantes dependientes del aislamiento

Teniendo en cuenta estos valores, la expresión se puede simplificar a:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t_{cc}} = K \cdot S$$

Siendo K:

Material y Aislamiento	K
Cobre y PVC	115
Aluminio y PVC	74
Cobre y XLPE/EPR	143
Aluminio y XLPE/EPR	92

Tabla 8. Valor de la constante K

2.6.4. Pérdida de potencia

La pérdida de potencia por efecto Joule que se produce para la máxima potencia de la línea viene dada por la fórmula:

$$P_{P,máx.} = 3 * r * L * (I_{máx.})^2$$

Siendo:

- $P_{P,máx.}$: Pérdida de potencia máxima por efecto Joule (kW)
- r: Resistencia de la línea (Ω/km)
- L: longitud de la línea (km)

Así, en porcentaje, se tiene:

$$P_{p\ TOTAL}(\%) = \frac{P_p}{P} = \frac{W}{W} = \%$$

2.7. Sistema de Protecciones

Los cables deberán estar debidamente protegidos contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas mediante interruptores automáticos, colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

En cuanto a la ubicación y agrupación de los elementos de protección de las líneas, se aplicará lo establecido en la ITC MIE-RAT 09 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir durante su actuación proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

Debido a la existencia de fenómenos de ferrorresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, se utilizará el seccionamiento tripolar.

2.7.1. Protección contra cortocircuitos

La protección contra cortocircuito por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no exceda de la máxima admisible asignada en cortocircuito.

Las intensidades máximas admisibles de cortocircuito en los conductores y pantallas, correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán 298 A y 54 A respectivamente, tal y como se indica en el capítulo 6 de la ITC-LAT 06 para cables de aislamiento XLPE.

Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas, y a estos efectos el fabricante del cable deberá aportar la documentación justificativa correspondiente.

2.7.2. Protección contra sobrecargas

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas

conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable so supere la máxima admisible en servicio permanente.

2.7.3. Protección contra sobretensiones

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIERAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNE-EN 60099-5.

2.8. Resultados de Cálculo

En el *Anexo I. Cálculo eléctrico LSMT 30 kV* se reflejan tabulados los resultados de los cables de media tensión.

Córdoba, Julio de 2023

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426

Anexo I: Cálculo eléctrico LSMT 30 kV

Línea MT	Desde	Hasta	S (mm2)	Nº conductores por fase	Material	Longitud (m)	Nº inv	Nº circuitos/zanja	S (MVA)	V (V)	I (A)	k1	k2	k3	k4	Io (A)	Iz (A)	I/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Pérdidas P (W)	Pérdidas P (%)	Icc (kA)	Smin para Icc (mm2)	Criterio térmico	Criterio ΔV	Criterio cortocircuito
1	WTG-07	WTG-06	300	1	AL/XLPE	897,32	1	1	4.500	30.000	86,603	1	0,98	1	1	390	382,20	22,66	20,82	0,07	0,07	2.503,52	0,06	25	259,48	OK	OK	OK
	WTG-03	CS	300	1	AL/XLPE	2.116,21	3	4	13.500	30.000	259,81	1	0,98	1	0,68	390	259,90	99,97	147,31	0,49	0,56	53.138,03	0,39	25	259,48	OK	OK	OK
2	WTG-01	WTG-02	300	1	AL/XLPE	521,03	1	1	4.500	30.000	86,603	1	0,98	1	1	390	382,20	22,66	12,09	0,04	0,04	1.453,67	0,03	25	259,48	OK	OK	OK
	WTG-02	CS	300	1	AL/XLPE	1.873,39	2	4	9.000	30.000	173,21	1	0,98	1	0,68	390	259,90	66,64	86,94	0,29	0,33	20.907,03	0,23	25	259,48	OK	OK	OK
3	WTG-04	WTG-05	300	1	AL/XLPE	593,88	1	4	4.500	30.000	86,603	1	0,98	1	0,68	390	259,90	33,32	13,78	0,05	0,05	1.656,93	0,04	25	259,48	OK	OK	OK
	WTG-05	CS	300	1	AL/XLPE	311,07	2	4	9.000	30.000	173,21	1	0,98	1	0,68	390	259,90	66,64	14,44	0,05	0,09	3.471,54	0,04	25	259,48	OK	OK	OK
4	SKID 1	CS	300	1	AL/XLPE	128,93	1	1	1.681	30.000	32,351	1	0,98	1	1	390	382,20	8,46	1,12	0,00	0,00	50,20	0,00	25	259,48	OK	OK	OK
5	SKID 3	SKID 2	300	1	AL/XLPE	349,09	2	1	3.362	30.000	64,702	1	0,98	1	1	390	382,20	16,93	6,05	0,02	0,02	543,64	0,02	25	259,48	OK	OK	OK
	SKID 2	SET	300	1	AL/XLPE	347,61	4	2	6.724	30.000	129,4	1	0,98	1	0,82	390	313,40	41,29	12,05	0,04	0,06	2.165,34	0,03	25	259,48	OK	OK	OK
6	SKID 4	SKID 5	300	1	AL/XLPE	529,49	2	1	3.362	30.000	64,702	1	0,98	1	1	390	382,20	16,93	9,18	0,03	0,03	824,58	0,02	25	259,48	OK	OK	OK
	SKID 5	SKID 6	300	1	AL/XLPE	352,51	4	1	6.724	30.000	129,4	1	0,98	1	1	390	382,20	33,86	12,22	0,04	0,07	2.195,87	0,03	25	259,48	OK	OK	OK
	SKID 6	SET	300	1	AL/XLPE	510,02	6	2	10.086	30.000	194,11	1	0,98	1	0,82	390	313,40	61,93	26,52	0,09	0,16	7.148,33	0,07	25	259,48	OK	OK	OK

Anejo 3: Configuración eléctrica

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales", LMT de interconexión PE y subestación elevadora 66/30 kV en los TT.MM. de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 18,49 MW
Potencia instalada eólica: 31,50 MW
Capacidad de acceso: 31,50 MW

Promotor**: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Julio 2023

ÍNDICE

1. CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA 3

2. CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA DEL PARQUE EÓLICO 4

1. Configuración eléctrica de la Planta Solar Fotovoltaica

En el presente anejo se presenta la configuración eléctrica de la Instalación Fotovoltaica Los Morales de 18,49 MW de potencia instalada y 31,50 MW de capacidad de acceso.

Estación de potencia	Nº strings	Potencia pico (kWp)	Nº inversores	Potencia nominal (KW)	Ratio CC/CA
EP1	136	2050,880	1	1.681,00	1,22
EP2	268	4.041,440	2	3.362,00	1,20
EP3	268	4.041,440	2	3.362,00	1,20
EP4	270	4.071,600	2	3.362,00	1,21
EP5	268	4.041,440	2	3.362,00	1,20
EP6	268	4.041,440	2	3.362,00	1,20

Tabla 1. Configuración planta fotovoltaica (1 de 2)

Estación de potencia	Inversor nº	Nº Combiner Box	Nº strings	Nº módulos	Potencia pico (kWp)
EP1	1	13	136	3.536	2050,880
EP2	2	13	134	3.484	2020,720
	3	13	134	3.484	2020,720
EP3	4	13	134	3.484	2020,720
	5	13	134	3.484	2020,720
EP4	6	13	136	3.536	2050,880
	7	13	134	3.484	2020,720
EP5	8	13	134	3.484	2020,720
	9	13	134	3.484	2020,720
EP6	10	13	136	3.536	2050,880
	11	13	132	3.432	1990,560
Total	**11**	**143**	**1.478**	**38.428**	**22.288,240**

Tabla 2. Configuración planta fotovoltaica (2 de 2

2. Configuración eléctrica del Parque Eólico

En el presente anejo se presenta la configuración eléctrica del Parque Eólico Los Morales de 31,50 MW de potencia instalada y 31,50 MW de capacidad de acceso.

Agrupaciones	Aerogenerador	Potencia (kW)
1	4	4.500,00
	5	4.500,00
2	1	4.500,00
	2	4.500,00
3	7	4.500,00
	6	4.500,00
	3	4.500,00
Total	**7**	**31.500,00**

Tabla 3. Configuración parque eólico

Anejo 4: Estudio de producción energética IFV

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales", LMT de interconexión PE y subestación elevadora 66/30 kV en los TT.MM. de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 18,49 MW
Potencia instalada eólica: 31,50 MW
Capacidad de acceso: 31,50 MW

Promotor**: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Julio 2023

Versión 7.3.4

PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: Los Morales

Variante: Los Morales

Sistema de rastreo

Potencia del sistema: 22.29 MWp

Pastrana - Spain

Ingnova(Spain)
Ingnova (Spain)

PVsyst V7.3.4
VC0, Fecha de simulación:
06/06/23 12:04
con v7.3.4

Resumen del proyecto

Sitio geográfico
Pastrana
España

Situación

Latitud	36.75 °N
Longitud	-6.30 °W
Altitud	15 m
Zona horaria	UTC+1

Configuración del proyecto
Albedo 0.20

Datos meteo
Pastrana
PVGIS api TMY

Resumen del sistema

Sistema conectado a la red

Sistema de rastreo

Orientación campo FV
Orientación
Plano de rastreo, eje inclinado

Inclin.media del eje	0.3 °
Azimut del eje medio	0 °

Algoritmo de rastreo
Optimización de irradiancia

Sombreados cercanos
Sombreados lineales
Sombreado difuso Automático

Información del sistema
Generador FV

Núm. de módulos	38428 unidades
Pnom total	22.29 MWp

Inversores

Núm. de unidades	11 unidades
Pnom total	18.49 MWca
Límite de potencia de red	18.49 MWca
Proporción de red lim. Pnom	1.205

Necesidades del usuario
Carga ilimitada (red)

Resumen de resultados

Energía producida	51.02 GWh/año	Producción específica	2289 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	84.52 %

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados 2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema. 3
Definición del horizonte 6
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados 7
Resultados principales 8
Diagrama de pérdida 9
Gráficos predefinidos 10
Evaluación P50 - P90 11
Diagrama unifilar 12

Parámetros generales

Sistema conectado a la red

Sistema de rastreo

Orientación campo FV

Orientación
Plano de rastreo, eje inclinado
Inclin.media del eje 0.3 °
Azimut del eje medio 0 °

Algoritmo de rastreo
Optimización de irradiancia

Configuración de rastreadores
Núm. de rastreadores 739 unidades

Tamaños
Espaciado de rastreador 12.5 m
Ancho de colector 4.83 m
Proporc. cob. suelo (GCR) 38.7 %
Phi mín/máx. -/+ 60.0 °

Ángulos límite de sombreado
Límites de phi para BT -/+ 67.2 °

Modelos usados
Transposición Perez
Difuso Importado
Circunsolar separado

Horizonte
Altura promedio 1.8 °

Sombreados cercanos
Sombreados lineales
Sombreado difuso Automático

Necesidades del usuario
Carga ilimitada (red)

Sistema bifacial
Modelo Cálculo 2D
rastreadores ilimitados

Geometría del modelo bifacial

Espaciado de rastreador	12.50 m
Ancho de rastreador	4.83 m
GCR	38.7 %
Altura del eje sobre el suelo	2.10 m

Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra	0.30
Factor de bifacialidad	80 %
Fact. sombreado trasero	5.0 %
Fact. desajuste trasero	10.0 %
Fracción transparente de cobertizo	0.0 %

Limitación de potencia de red
Potencia activa 18.49 MWca
Proporción Pnom 1.205

Características del generador FV

Módulo FV
Fabricante Jinkosolar
Modelo JKM580N-72HL4-BDV
(Definición de parámetros personalizados)
Unidad Nom. Potencia 580 Wp
Número de módulos FV 38428 unidades
Nominal (STC) 22.29 MWp

Inversor
Fabricante Ingeteam
Modelo Ingecon Sun 1715TL B660 IP54_1681
(Definición de parámetros personalizados)
Unidad Nom. Potencia 1681 kWca
Número de inversores 11 unidades
Potencia total 18491 kWca

Conjunto #1 - Conjunto FV
Número de módulos FV 3536 unidades
Nominal (STC) 2051 kWp
Módulos 136 Cadenas x 26 En series

Número de inversores 1 unidad
Potencia total 1681 kWca

En cond. de funcionam. (50°C)
Pmpp 1897 kWp
U mpp 1014 V
I mpp 1870 A

Voltaje de funcionamiento 936-1300 V
Proporción Pnom (CC:CA) 1.22

Características del generador FV

Conjunto #2 - Subconjunto #2

Número de módulos FV	34892 unidades	Número de inversores	10 unidades
Nominal (STC)	20.24 MWp	Potencia total	16810 kWca
Módulos	1342 Cadenas x 26 En series		
En cond. de funcionam. (50°C)		Voltaje de funcionamiento	936-1300 V
Pmpp	18.72 MWp	Proporción Pnom (CC:CA)	1.20
U mpp	1014 V		
I mpp	18452 A		

Potencia FV total

Nominal (STC)	22288 kWp
Total	38428 módulos
Área del módulo	99269 m²
Área celular	91360 m²

Potencia total del inversor

Potencia total	18491 kWca
Número de inversores	11 unidades
Proporción Pnom	1.21

Pérdidas del conjunto

Pérdidas de suciedad del conjunto
Frac. de pérdida 2.0 %

Factor de pérdida térmica
Temperatura módulo según irradiancia
Uc (const) 29.0 W/m²K
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

LID - Degradación Inducida por Luz
Frac. de pérdida 0.1 %

Pérdida de calidad módulo
Frac. de pérdida -0.8 %

Pérdidas de desajuste de módulo
Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

Pérdidas de desajuste de cadenas
Frac. de pérdida 0.1 %

Factor de pérdida IAM
Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	0.987	0.969	0.929	0.741	0.000

Pérdidas de cableado CC

Res. de cableado global 0.81 mΩ
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

Conjunto #1 - Conjunto FV

Res. conjunto global	8.8 mΩ
Frac. de pérdida	1.5 % en STC

Conjunto #2 - Subconjunto #2

Res. conjunto global	0.90 mΩ
Frac. de pérdida	1.5 % en STC

Pérdidas del sistema.

Pérdidas auxiliares
constante (ventiladores) 22.0 kW
0.0 kW del umbral de potencia

Pérdidas de cableado CA

Línea de salida del inv. hasta transfo MV
Voltaje inversor 660 Vca tri
Frac. de pérdida 0.00 % en STC
Inversor: Ingecon Sun 1715TL B660 IP54_1681
Sección cables (11 Inv.) Cobre 11 x 3 x 1200 mm²
Longitud media de los cables 0 m

Pérdidas de cableado CA

Línea MV hasta inyección

Voltaje MV	30	kV
Promedio de cada inversor		
Cables	Alu 3 x 300	mm²
Longitud	3900	m
Frac. de pérdida	0.50	% en STC

Pérdidas de CA en transformadores

Transfo MV

Voltaje medio	30	kV

Parámetros de un transformador

Potencia nominal en STC	10.96	MVA
Iron Loss (Conexión 24/24)	10.74	kVA
Fracción de pérdida de hierro	0.10	% en STC
Pérdida de cobre	100.59	kVA
Fracción de pérdida de cobre	0.92	% en STC
Resistencia equivalente de bobinas	3 x 0.37	mΩ

Pérdidas operativas en STC (sistema completo)

Nótese bien. Transformadores MV idénticos	2	
Potencia nominal en STC	21.91	MVA
Pérdida de hierro (Conexión 24/24)	21.48	kVA
Pérdida de cobre	201.18	kVA

Definición del horizonte

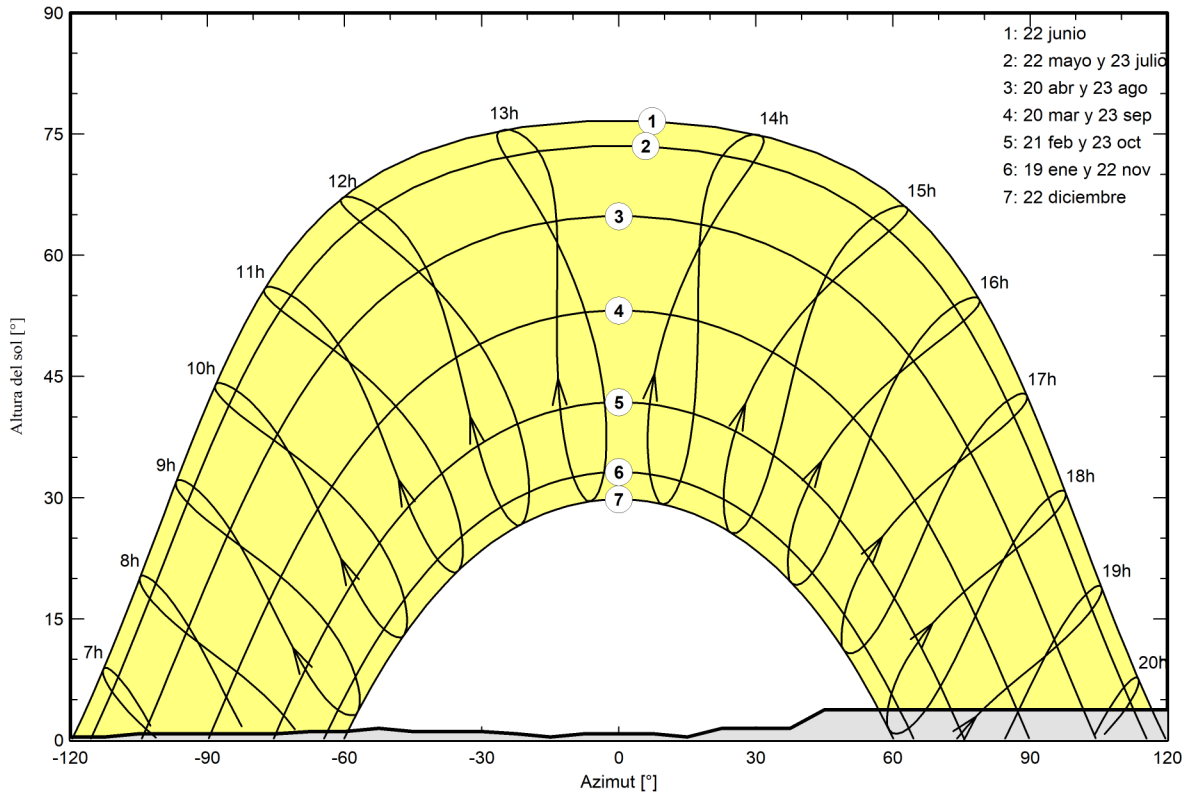
Horizon from PVGIS website API, Lat=36°45"11', Long=-6°17"58', Alt=15m

Altura promedio	1.8 °	Factor Albedo	0.82
Factor difuso	0.96	Fracción de albedo	100 %

Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-173	-165	-158	-113	-105	-75	-68	-60	-53	-45	-30	-23
Altura [°]	1.1	0.8	0.8	0.4	0.4	0.8	0.8	1.1	1.1	1.5	1.1	1.1	0.8
Azimut [°]	-15	-8	8	15	23	38	45	135	143	158	165	173	180
Altura [°]	0.4	0.8	0.8	0.4	1.5	1.5	3.8	3.8	3.1	3.1	1.5	1.5	1.1

Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)



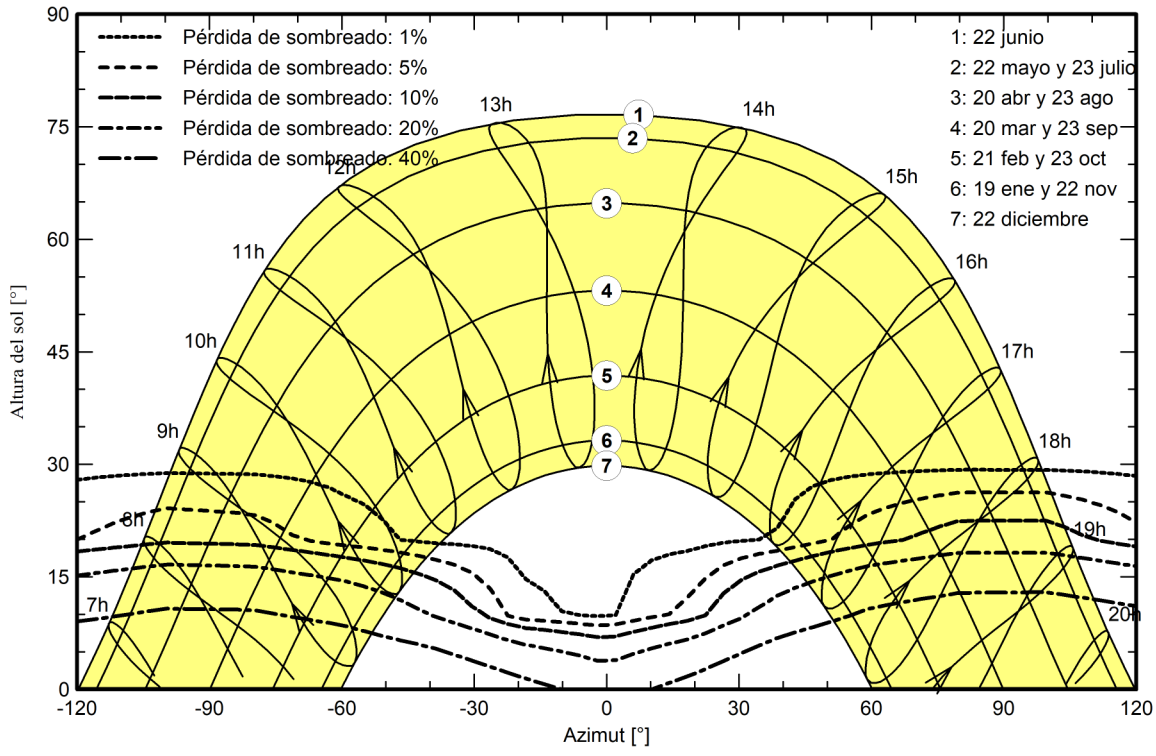
Parámetro de sombreados cercanos

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1



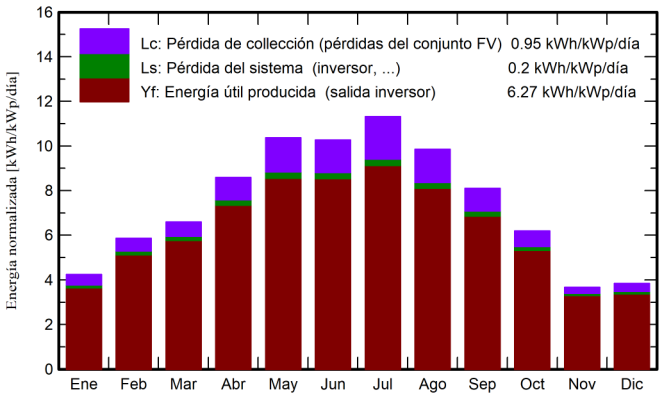
PVsyst V7.3.4
VC0, Fecha de simulación:
06/06/23 12:04
con v7.3.4

Resultados principales

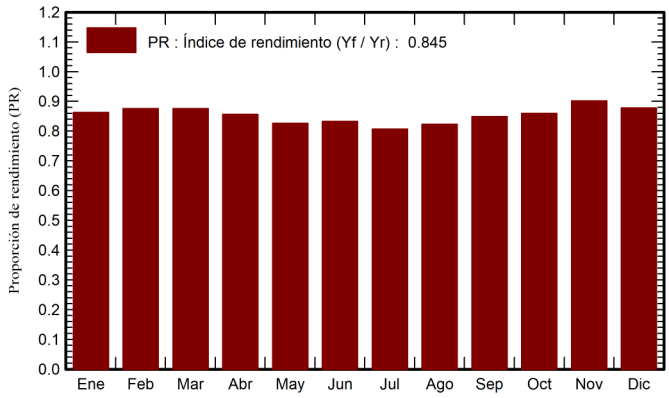
Producción del sistema

Energía producida	51.02 GWh/año	Producción específica	2289 kWh/kWp/año
		Proporción rend. PR	84.52 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

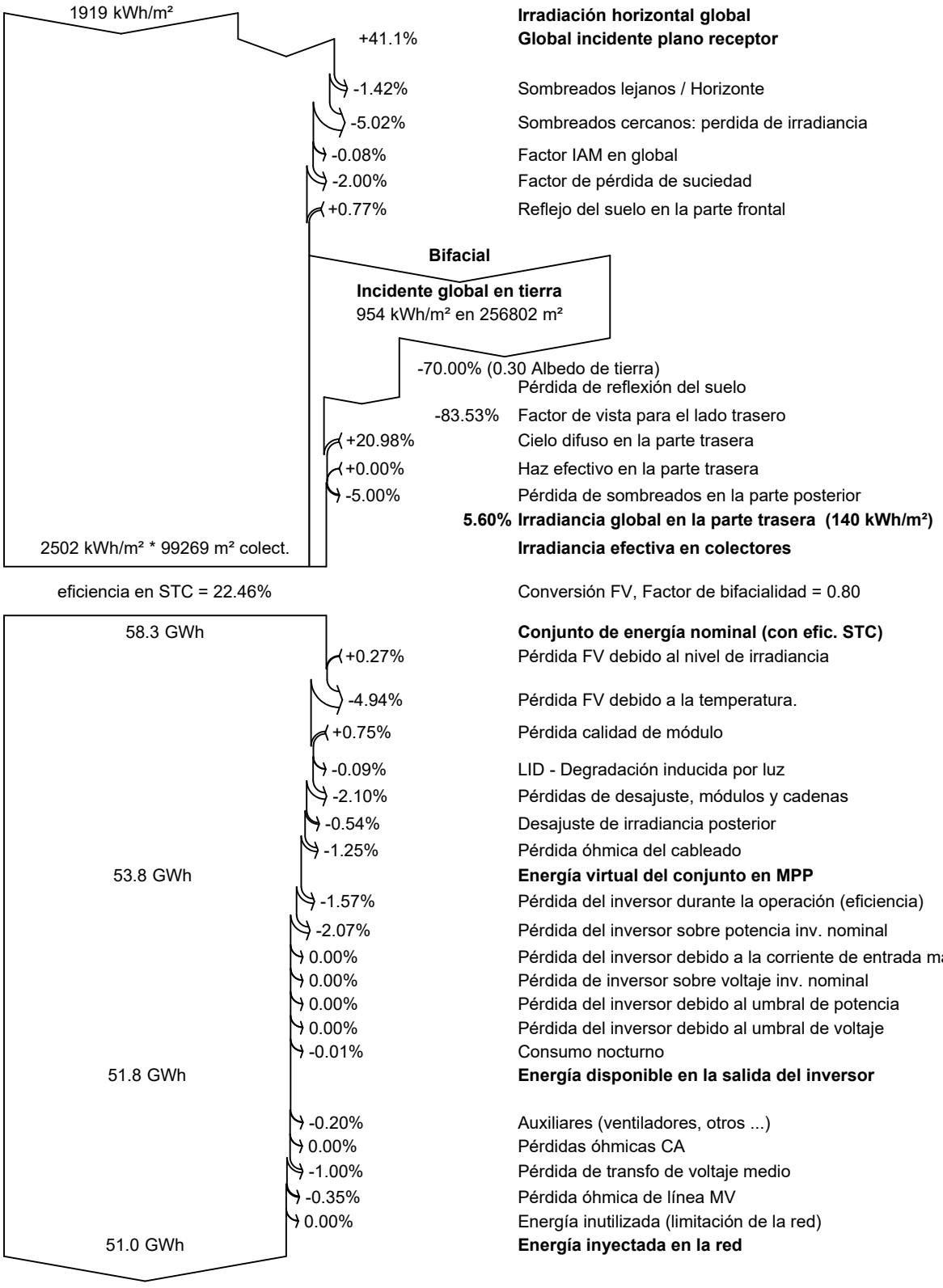
	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray GWh	E_Grid GWh	PR proporción
Enero	83.2	26.33	12.30	131.5	115.7	2.611	2.527	0.862
Febrero	107.9	32.91	11.76	164.3	148.1	3.308	3.204	0.875
Marzo	143.4	51.69	13.57	204.7	187.1	4.125	3.993	0.875
Abril	187.9	63.71	17.11	257.8	239.8	5.082	4.923	0.857
Mayo	234.6	66.57	20.03	321.4	301.5	6.111	5.921	0.826
Junio	230.9	65.33	21.87	308.0	291.7	5.901	5.717	0.833
Julio	253.3	56.72	25.82	351.0	328.0	6.513	6.311	0.807
Agosto	218.0	55.49	28.16	305.5	284.8	5.786	5.608	0.824
Septiembre	171.1	47.38	24.20	242.9	224.7	4.742	4.595	0.849
Octubre	133.0	45.08	21.35	192.2	174.6	3.800	3.683	0.860
Noviembre	77.8	33.05	15.15	109.9	100.7	2.284	2.209	0.901
Diciembre	78.3	29.76	12.39	119.2	105.6	2.410	2.332	0.878
Año	1919.3	574.04	18.69	2708.4	2502.2	52.673	51.022	0.845

Leyendas

GlobHor	Irradiación horizontal global
DiffHor	Irradiación difusa horizontal
T_Amb	Temperatura ambiente
GlobInc	Global incidente plano receptor
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
E_Grid	Energía inyectada en la red
PR	Proporción de rendimiento

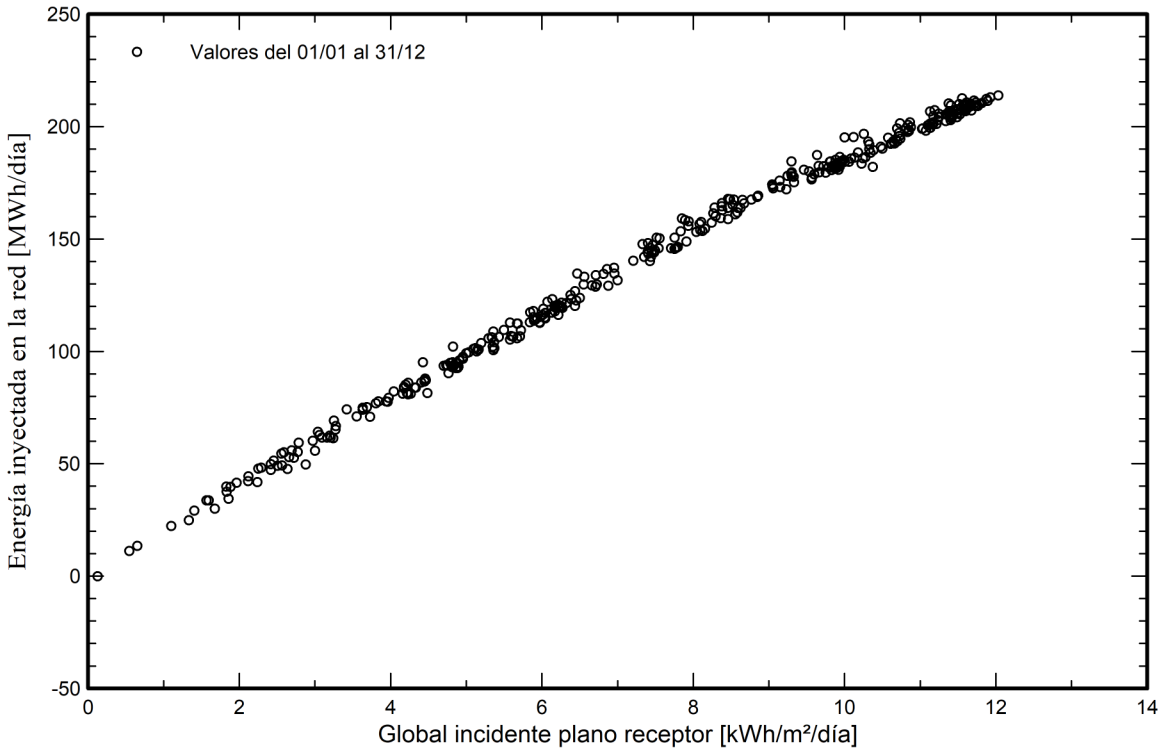
PVsyst V7.3.4
VC0, Fecha de simulación:
06/06/23 12:04
con v7.3.4

Diagrama de pérdida

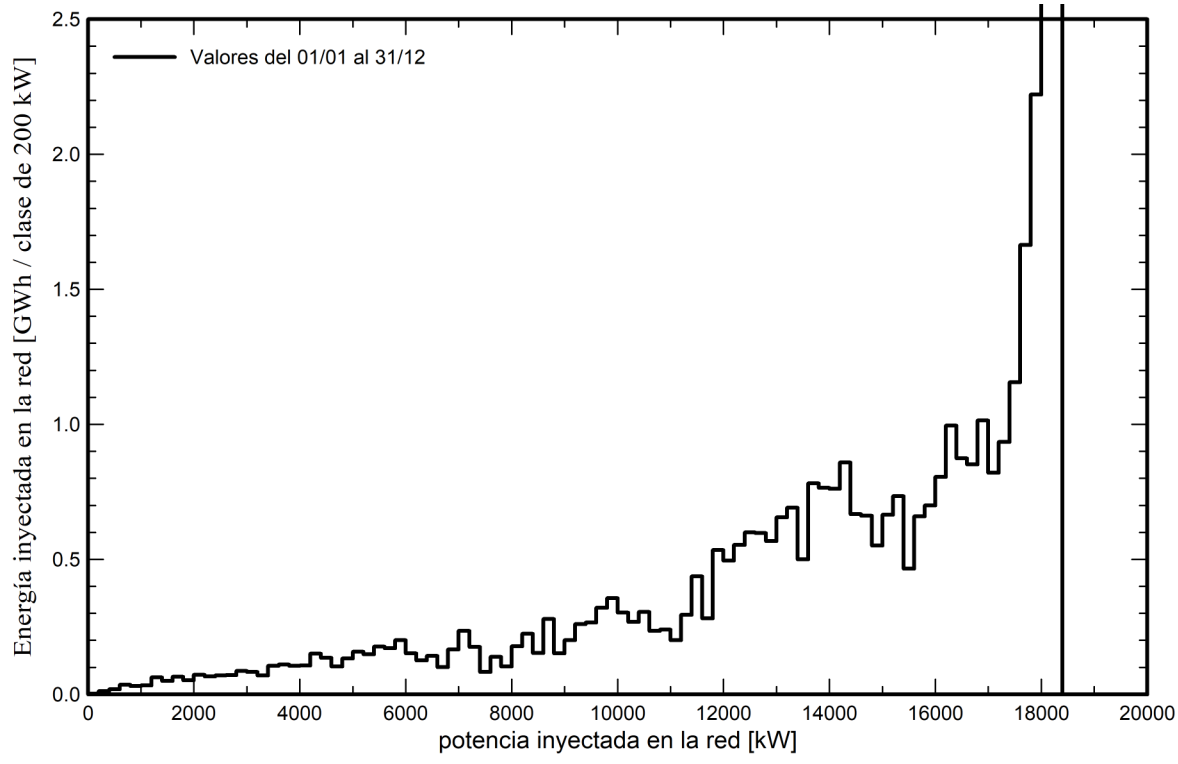


Gráficos predefinidos

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



PVsyst V7.3.4
VC0, Fecha de simulación:
06/06/23 12:04
con v7.3.4

Evaluación P50 - P90

Datos meteo

Fuente	PVGIS api TMY
Tipo	TMY, multianual
Variabilidad año a año(Varianza)	2.5 %
Desviación especificada	
Cambio climático	0.0 %

Incertidumbres sobre la simulación y los parámetros

Modelado/parámetros del módulo FV	1.0 %
Incertidumbre eficiencia inversor	0.5 %
Incertidumbres de suciedad y desajuste	1.0 %
Incertidumbre de degradación	1.0 %

Variabilidad global (meteo y sistema)

Variabilidad (Suma cuadrática)	3.1 %

Probabilidad de producción anual

Variabilidad	1.57 GWh
P50	51.02 GWh
P90	49.01 GWh
P95	48.44 GWh

Distribución de probabilidad

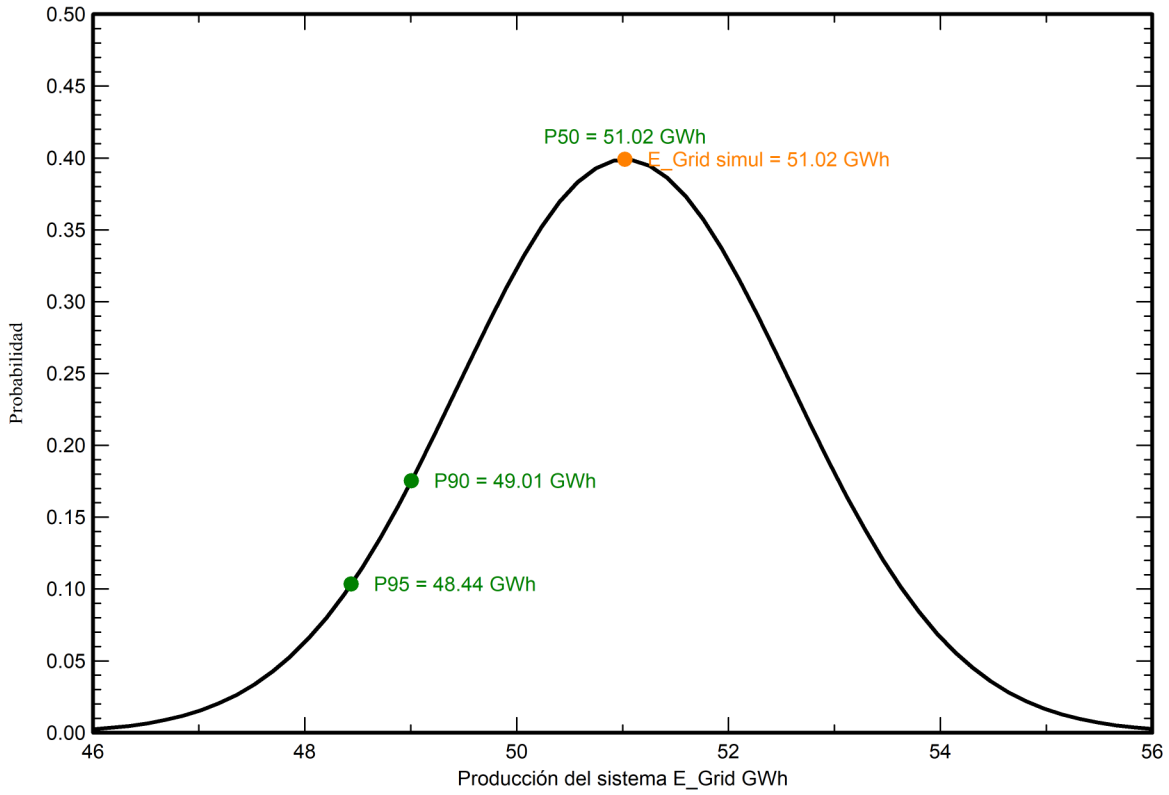
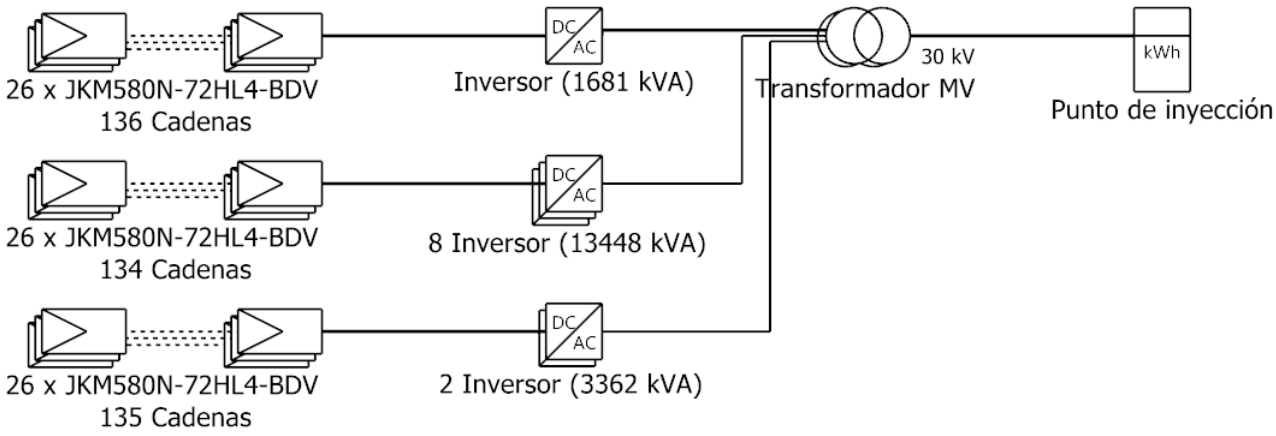


Diagrama unifilar

PVsyst V7.3.4
VC0, Fecha de simulación:
06/06/23 12:04
con v7.3.4



Módulo FV	JKM580N-72HL4-BDV
Inversor	Ingecon Sun 1715TL B660 IP54_1681
Cadena	26 x JKM580N-72HL4-BDV

ingnova PROYECTOS	Los Morales	Ingnova(Spain)
	VC0 : Los Morales	06/06/23

Anejo 5: Estudio de recurso eólico

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales", LMT de interconexión PE y subestación elevadora 66/30 kV en los TT.MM. de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 18,49 MW
Potencia instalada eólica: 31,50 MW
Capacidad de acceso: 31,50 MW

Promotor**: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Julio 2023

PARK - Main Result

Calculation: VORTEX-PE Los Morales-7-AEG-NORDEX N175-6.22MW-142m

Wake Model	N.O. Jensen (RISØ/EMD) Park 2 2018

Calculation performed in UTM (north)-WGS84 Zone: 29
At the site centre the difference between grid north and true north is: 1,6°

Power curve correction method
New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>
Air density calculation method
Height dependent
Base temperature: 18,0 °C at 177,0 m
Base pressure: 997,0 hPa at 177,0 m
Air density for Site center in key hub height: 40,0 m + 142,0 m = 1,188 kg/m³ -> 97,0 % of Std
Relative humidity: 50,0 %

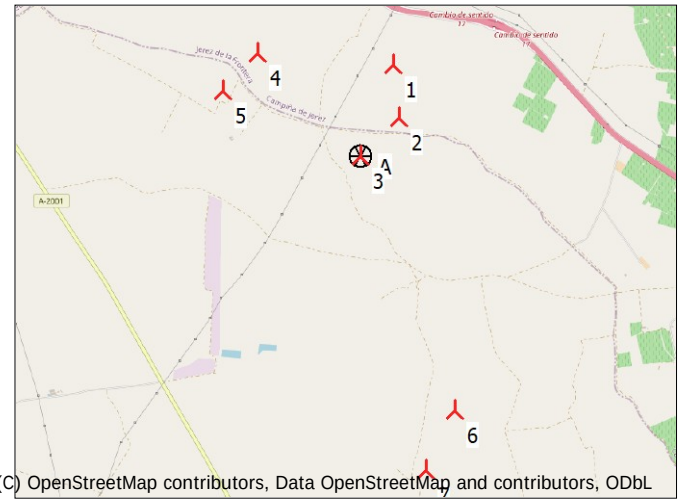
Wake Model Parameters

Wake decay constant	0,090 DTU default onshore
	Hub height independent

Wake calculation settings

Angle [°]			Wind speed [m/s]		
start	end	step	start	end	step
0,5	360,0	1,0	0,5	30,5	1,0

WAsP version	WAsP 12 Version 12.08.0022



Scale 1:75.000

New WTG Site Data

Resource file(s)

\\172.16.0.2\datos\Proyectos\23\14070_Bogaris_ESP_WIND&PV_BEN_31.5MW_Recurso Eolico y Viabilidad de Hibridación Wind+PV\02. ATA\Eolica\Info VORTEX\vortex.WRB.142m\vortex.142.0.16.wrg

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK	Result-9,2%	GROSS (no loss) Free WTGs	Wake loss	Specific results¤) Capacity factor	Mean WTG result	Full load hours	Mean wind speed @hub height
	[MWh/y]	[MWh/y]	[MWh/y]	[%]	[%]	[MWh/y]	[Hours/year]	[m/s]
Wind farm	160.580,6	145.807,1	166.859,1	3,8	38,2	20.829,6	3.349	7,2

¤) Based on Result-9,2%

Calculated Annual Energy for each of 7 new WTGs with total 43,5 MW rated power

Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Power curve Creator	Name	Annual Energy Result	Result-9,2%	Wake loss	Free mean wind speed
				[kW]	[m]	[m]			[MWh/y]	[MWh/y]	[%]	[m/s]
1 B	Yes	NORDEX	N175/6,22MW-6.220	6.220	175,0	142,0	USER	Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³	23.027,4	20.909	4,9	7,36
2 B	Yes	NORDEX	N175/6,22MW-6.220	6.220	175,0	142,0	USER	Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³	22.492,8	20.423	5,4	7,26
3 A	Yes	NORDEX	N175/6,22MW-6.220	6.220	175,0	142,0	USER	Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³	22.570,8	20.494	4,7	7,20
4 B	Yes	NORDEX	N175/6,22MW-6.220	6.220	175,0	142,0	USER	Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³	22.264,9	20.217	3,9	7,12
5 A	Yes	NORDEX	N175/6,22MW-6.220	6.220	175,0	142,0	USER	Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³	23.297,5	21.154	3,7	7,30
6 A	Yes	NORDEX	N175/6,22MW-6.220	6.220	175,0	142,0	USER	Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³	23.346,8	21.199	1,9	7,22
7 A	Yes	NORDEX	N175/6,22MW-6.220	6.220	175,0	142,0	USER	Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³	23.580,4	21.411	1,8	7,26

WTG siting

	UTM (north)-WGS84 Zone: 29 Easting	Northing	Z [m]	Row data/Description
1 New	744.393	4.066.559	70,0	AEG-01
2 New	744.462	4.066.039	47,2	AEG-02
3 New	744.084	4.065.644	35,0	AEG-03
4 New	743.040	4.066.633	34,2	AEG-04
5 New	742.707	4.066.259	35,0	AEG-05
6 New	745.092	4.063.165	33,4	AEG-06
7 New	744.824	4.062.568	35,0	AEG-07

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: VORTEX-PE Los Morales-7-AEG-NORDEX N175-6.22MW-142m WTG: 1 - NORDEX N175/6,22MW 6220 175.0 !O!, Hub height: 142,0 m

Name: Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³
Source: F008_278_A12_EN

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
30/11/2022	USER	03/07/2017	21/04/2023	20,0	Pitch	User defined	Variable	0,26

HP curve comparison - Note: For standard air density

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	11.845	17.600	22.975	27.635	31.487	34.515
NORDEX N175/6,22MW 6220 175.0 !O! Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³	[MWh]	12.027	17.809	23.112	27.467	30.653	32.655
Check value	[%]	-2	-1	-1	1	3	6

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m^2) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see the windPRO manual.
The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

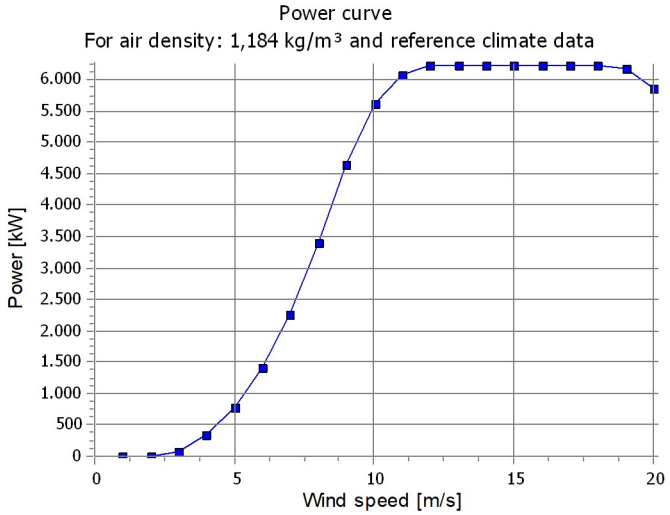
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

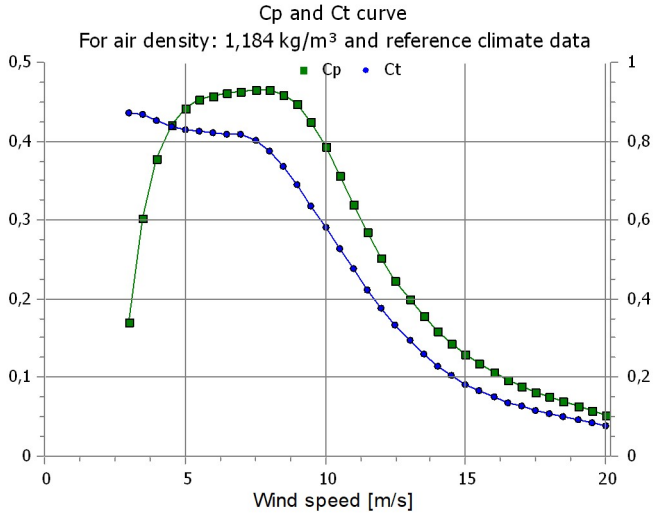
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	74,0	0,19	3,0	0,87
3,5	195,0	0,31	3,5	0,87
4,0	360,0	0,38	4,0	0,85
4,5	567,0	0,42	4,5	0,84
5,0	815,0	0,44	5,0	0,83
5,5	1.110,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.458,0	0,46	6,0	0,82
6,5	1.868,0	0,46	6,5	0,82
7,0	2.344,0	0,46	7,0	0,82
7,5	2.891,0	0,47	7,5	0,80
8,0	3.506,0	0,46	8,0	0,78
8,5	4.151,0	0,46	8,5	0,74
9,0	4.792,0	0,45	9,0	0,69
9,5	5.326,0	0,42	9,5	0,64
10,0	5.716,0	0,39	10,0	0,58
10,5	5.979,0	0,35	10,5	0,53
11,0	6.137,0	0,31	11,0	0,48
11,5	6.207,0	0,28	11,5	0,42
12,0	6.220,0	0,24	12,0	0,38
12,5	6.220,0	0,22	12,5	0,33
13,0	6.220,0	0,19	13,0	0,29
13,5	6.220,0	0,17	13,5	0,26
14,0	6.220,0	0,15	14,0	0,23
14,5	6.220,0	0,14	14,5	0,21
15,0	6.220,0	0,13	15,0	0,18
15,5	6.220,0	0,11	15,5	0,17
16,0	6.220,0	0,10	16,0	0,15
16,5	6.220,0	0,09	16,5	0,14
17,0	6.220,0	0,09	17,0	0,13
17,5	6.220,0	0,08	17,5	0,12
18,0	6.220,0	0,07	18,0	0,11
18,5	6.220,0	0,07	18,5	0,10
19,0	6.183,0	0,06	19,0	0,09
19,5	6.058,0	0,06	19,5	0,09
20,0	5.865,0	0,05	20,0	0,08

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,184 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	65,6	0,17	2,50- 3,50	63,8	63,8	0,3
4,0	344,7	0,38	3,50- 4,50	292,3	356,0	1,5
5,0	786,3	0,44	4,50- 5,50	722,5	1.078,5	4,7
6,0	1.409,7	0,46	5,50- 6,50	1.336,1	2.414,6	10,5
7,0	2.266,9	0,46	6,50- 7,50	2.069,9	4.484,5	19,5
8,0	3.391,1	0,47	7,50- 8,50	2.786,7	7.271,2	31,6
9,0	4.646,6	0,45	8,50- 9,50	3.237,9	10.509,1	45,6
10,0	5.602,5	0,39	9,50-10,50	3.190,1	13.699,3	59,5
11,0	6.076,8	0,32	10,50-11,50	2.713,2	16.412,5	71,3
12,0	6.213,8	0,25	11,50-12,50	2.086,7	18.499,2	80,3
13,0	6.220,0	0,20	12,50-13,50	1.511,5	20.010,7	86,9
14,0	6.220,0	0,16	13,50-14,50	1.060,1	21.070,8	91,5
15,0	6.220,0	0,13	14,50-15,50	727,2	21.798,0	94,7
16,0	6.220,0	0,11	15,50-16,50	490,6	22.288,6	96,8
17,0	6.220,0	0,09	16,50-17,50	327,0	22.615,6	98,2
18,0	6.220,0	0,07	17,50-18,50	216,2	22.831,8	99,2
19,0	6.183,0	0,06	18,50-19,50	140,7	22.972,5	99,8
20,0	5.865,0	0,05	19,50-20,50	54,8	23.027,4	100,0





PARK - Power Curve Analysis

Calculation: VORTEX-PE Los Morales-7-AEG-NORDEX N175-6.22MW-142m WTG: 2 - NORDEX N175/6,22MW 6220 175.0 !O!, Hub height: 142,0 m

Name: Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³
Source: F008_278_A12_EN

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
30/11/2022	USER	03/07/2017	21/04/2023	20,0	Pitch	User defined	Variable	0,26

HP curve comparison - Note: For standard air density

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	11.845	17.600	22.975	27.635	31.487	34.515
NORDEX N175/6,22MW 6220 175.0 !O! Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³	[MWh]	12.027	17.809	23.112	27.467	30.653	32.655
Check value	[%]	-2	-1	-1	1	3	6

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m^2) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see the windPRO manual.
The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

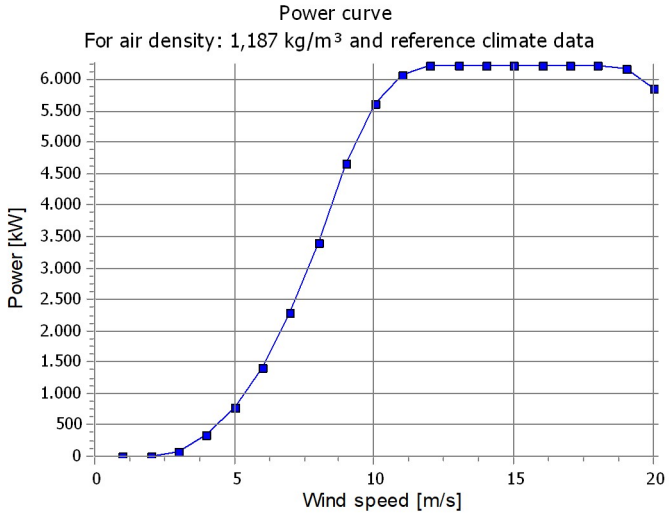
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

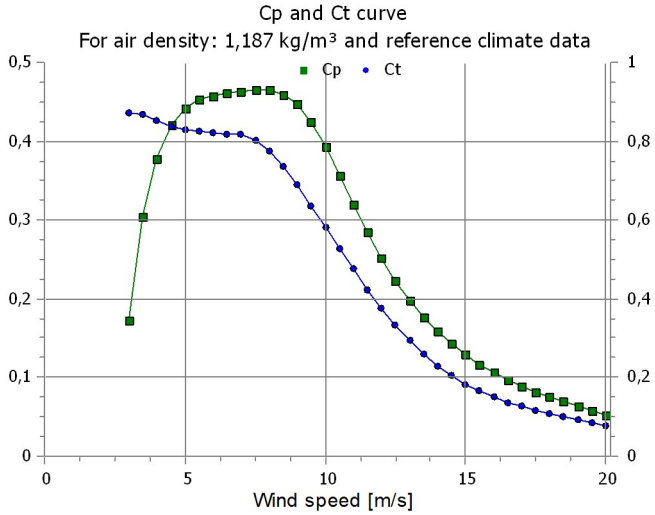
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	74,0	0,19	3,0	0,87
3,5	195,0	0,31	3,5	0,87
4,0	360,0	0,38	4,0	0,85
4,5	567,0	0,42	4,5	0,84
5,0	815,0	0,44	5,0	0,83
5,5	1.110,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.458,0	0,46	6,0	0,82
6,5	1.868,0	0,46	6,5	0,82
7,0	2.344,0	0,46	7,0	0,82
7,5	2.891,0	0,47	7,5	0,80
8,0	3.506,0	0,46	8,0	0,78
8,5	4.151,0	0,46	8,5	0,74
9,0	4.792,0	0,45	9,0	0,69
9,5	5.326,0	0,42	9,5	0,64
10,0	5.716,0	0,39	10,0	0,58
10,5	5.979,0	0,35	10,5	0,53
11,0	6.137,0	0,31	11,0	0,48
11,5	6.207,0	0,28	11,5	0,42
12,0	6.220,0	0,24	12,0	0,38
12,5	6.220,0	0,22	12,5	0,33
13,0	6.220,0	0,19	13,0	0,29
13,5	6.220,0	0,17	13,5	0,26
14,0	6.220,0	0,15	14,0	0,23
14,5	6.220,0	0,14	14,5	0,21
15,0	6.220,0	0,13	15,0	0,18
15,5	6.220,0	0,11	15,5	0,17
16,0	6.220,0	0,10	16,0	0,15
16,5	6.220,0	0,09	16,5	0,14
17,0	6.220,0	0,09	17,0	0,13
17,5	6.220,0	0,08	17,5	0,12
18,0	6.220,0	0,07	18,0	0,11
18,5	6.220,0	0,07	18,5	0,10
19,0	6.183,0	0,06	19,0	0,09
19,5	6.058,0	0,06	19,5	0,09
20,0	5.865,0	0,05	20,0	0,08

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,187 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	66,1	0,17	2,50- 3,50	65,3	65,3	0,3
4,0	345,7	0,38	3,50- 4,50	297,7	363,0	1,6
5,0	788,1	0,44	4,50- 5,50	731,8	1.094,8	4,9
6,0	1.412,7	0,46	5,50- 6,50	1.346,0	2.440,9	10,9
7,0	2.271,8	0,46	6,50- 7,50	2.073,8	4.514,6	20,1
8,0	3.398,4	0,46	7,50- 8,50	2.775,2	7.289,9	32,4
9,0	4.655,8	0,45	8,50- 9,50	3.202,1	10.492,0	46,6
10,0	5.609,6	0,39	9,50-10,50	3.128,8	13.620,8	60,6
11,0	6.080,5	0,32	10,50-11,50	2.635,2	16.256,0	72,3
12,0	6.214,2	0,25	11,50-12,50	2.004,9	18.260,9	81,2
13,0	6.220,0	0,20	12,50-13,50	1.435,9	19.696,8	87,6
14,0	6.220,0	0,16	13,50-14,50	995,9	20.692,8	92,0
15,0	6.220,0	0,13	14,50-15,50	676,2	21.368,9	95,0
16,0	6.220,0	0,11	15,50-16,50	452,1	21.821,0	97,0
17,0	6.220,0	0,09	16,50-17,50	299,1	22.120,0	98,3
18,0	6.220,0	0,07	17,50-18,50	196,4	22.316,5	99,2
19,0	6.183,0	0,06	18,50-19,50	127,0	22.443,5	99,8
20,0	5.865,0	0,05	19,50-20,50	49,3	22.492,8	100,0





PARK - Power Curve Analysis

Calculation: VORTEX-PE Los Morales-7-AEG-NORDEX N175-6.22MW-142m WTG: 3 - NORDEX N175/6,22MW 6220 175.0 !O!, Hub height: 142,0 m

Name: Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³
Source: F008_278_A12_EN

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
30/11/2022	USER	03/07/2017	21/04/2023	20,0	Pitch	User defined	Variable	0,26

HP curve comparison - Note: For standard air density

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	11.845	17.600	22.975	27.635	31.487	34.515
NORDEX N175/6,22MW 6220 175.0 !O! Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³	[MWh]	12.027	17.809	23.112	27.467	30.653	32.655
Check value	[%]	-2	-1	-1	1	3	6

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m^2) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see the windPRO manual.
The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

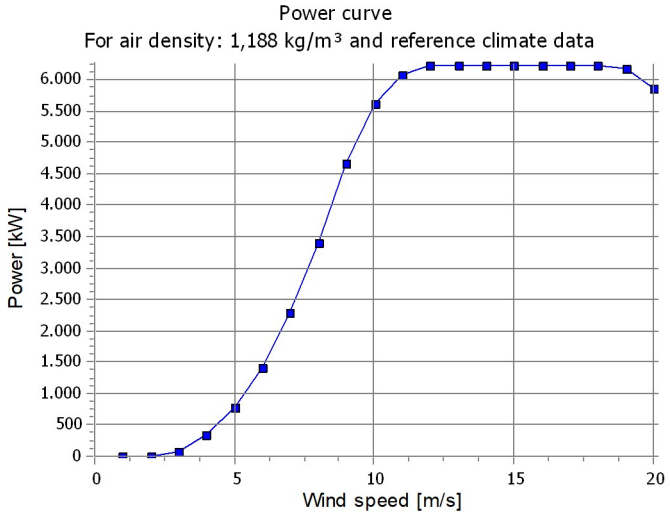
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

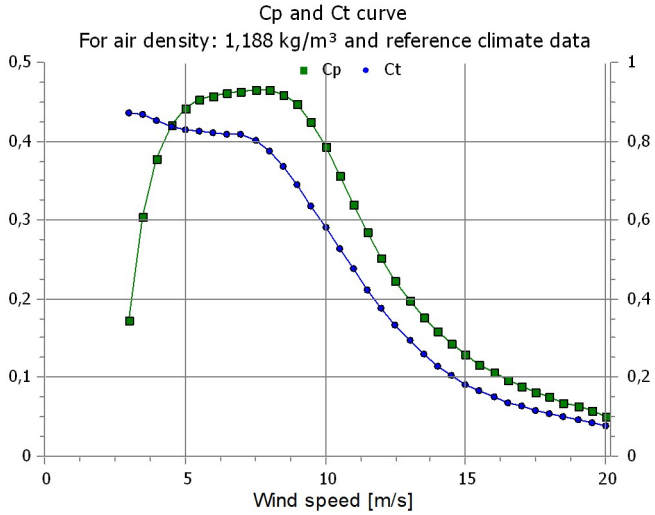
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	74,0	0,19	3,0	0,87
3,5	195,0	0,31	3,5	0,87
4,0	360,0	0,38	4,0	0,85
4,5	567,0	0,42	4,5	0,84
5,0	815,0	0,44	5,0	0,83
5,5	1.110,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.458,0	0,46	6,0	0,82
6,5	1.868,0	0,46	6,5	0,82
7,0	2.344,0	0,46	7,0	0,82
7,5	2.891,0	0,47	7,5	0,80
8,0	3.506,0	0,46	8,0	0,78
8,5	4.151,0	0,46	8,5	0,74
9,0	4.792,0	0,45	9,0	0,69
9,5	5.326,0	0,42	9,5	0,64
10,0	5.716,0	0,39	10,0	0,58
10,5	5.979,0	0,35	10,5	0,53
11,0	6.137,0	0,31	11,0	0,48
11,5	6.207,0	0,28	11,5	0,42
12,0	6.220,0	0,24	12,0	0,38
12,5	6.220,0	0,22	12,5	0,33
13,0	6.220,0	0,19	13,0	0,29
13,5	6.220,0	0,17	13,5	0,26
14,0	6.220,0	0,15	14,0	0,23
14,5	6.220,0	0,14	14,5	0,21
15,0	6.220,0	0,13	15,0	0,18
15,5	6.220,0	0,11	15,5	0,17
16,0	6.220,0	0,10	16,0	0,15
16,5	6.220,0	0,09	16,5	0,14
17,0	6.220,0	0,09	17,0	0,13
17,5	6.220,0	0,08	17,5	0,12
18,0	6.220,0	0,07	18,0	0,11
18,5	6.220,0	0,07	18,5	0,10
19,0	6.183,0	0,06	19,0	0,09
19,5	6.058,0	0,06	19,5	0,09
20,0	5.865,0	0,05	20,0	0,08

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,188 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	66,4	0,17	2,50- 3,50	65,9	65,9	0,3
4,0	346,2	0,38	3,50- 4,50	299,3	365,2	1,6
5,0	789,1	0,44	4,50- 5,50	734,5	1.099,8	4,9
6,0	1.414,4	0,46	5,50- 6,50	1.352,9	2.452,7	10,9
7,0	2.274,4	0,46	6,50- 7,50	2.091,9	4.544,6	20,1
8,0	3.402,3	0,46	7,50- 8,50	2.811,7	7.356,3	32,6
9,0	4.660,7	0,45	8,50- 9,50	3.255,8	10.612,1	47,0
10,0	5.613,3	0,39	9,50-10,50	3.185,0	13.797,1	61,1
11,0	6.082,5	0,32	10,50-11,50	2.676,0	16.473,1	73,0
12,0	6.214,4	0,25	11,50-12,50	2.021,6	18.494,8	81,9
13,0	6.220,0	0,20	12,50-13,50	1.430,5	19.925,2	88,3
14,0	6.220,0	0,16	13,50-14,50	975,7	20.900,9	92,6
15,0	6.220,0	0,13	14,50-15,50	648,9	21.549,8	95,5
16,0	6.220,0	0,11	15,50-16,50	423,6	21.973,4	97,4
17,0	6.220,0	0,09	16,50-17,50	273,0	22.246,4	98,6
18,0	6.220,0	0,07	17,50-18,50	174,1	22.420,5	99,3
19,0	6.183,0	0,06	18,50-19,50	108,9	22.529,4	99,8
20,0	5.865,0	0,05	19,50-20,50	41,3	22.570,8	100,0





PARK - Power Curve Analysis

Calculation: VORTEX-PE Los Morales-7-AEG-NORDEX N175-6.22MW-142m WTG: 4 - NORDEX N175/6,22MW 6220 175.0 !O!, Hub height: 142,0 m

Name: Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³
Source: F008_278_A12_EN

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
30/11/2022	USER	03/07/2017	21/04/2023	20,0	Pitch	User defined	Variable	0,26

HP curve comparison - Note: For standard air density

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	11.845	17.600	22.975	27.635	31.487	34.515
NORDEX N175/6,22MW 6220 175.0 !O! Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³	[MWh]	12.027	17.809	23.112	27.467	30.653	32.655
Check value	[%]	-2	-1	-1	1	3	6

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m^2) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see the windPRO manual.
The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

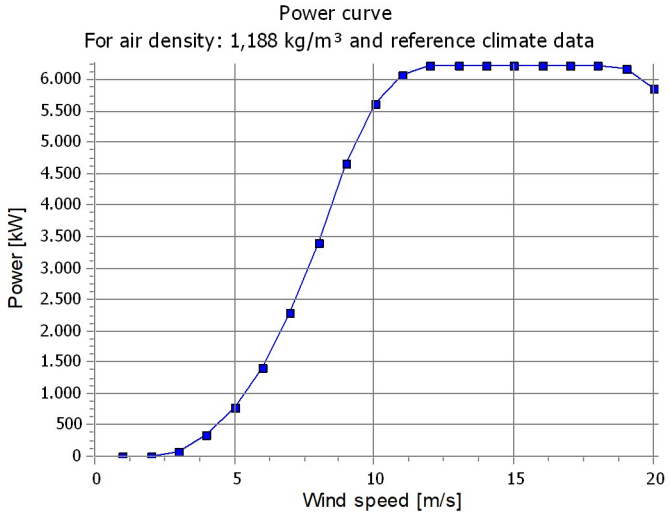
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

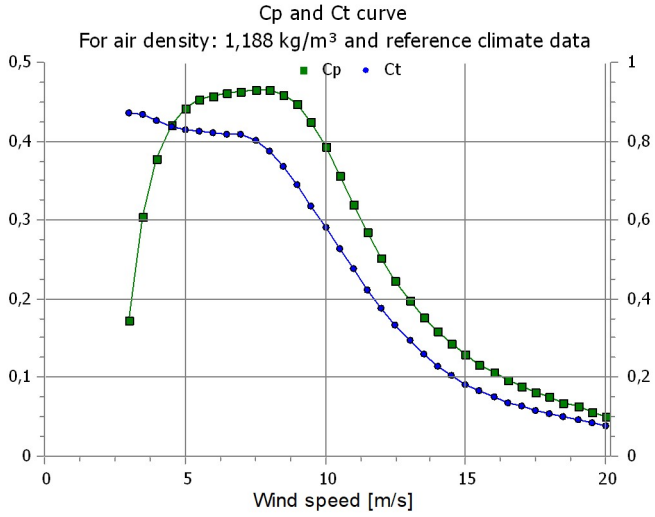
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	74,0	0,19	3,0	0,87
3,5	195,0	0,31	3,5	0,87
4,0	360,0	0,38	4,0	0,85
4,5	567,0	0,42	4,5	0,84
5,0	815,0	0,44	5,0	0,83
5,5	1.110,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.458,0	0,46	6,0	0,82
6,5	1.868,0	0,46	6,5	0,82
7,0	2.344,0	0,46	7,0	0,82
7,5	2.891,0	0,47	7,5	0,80
8,0	3.506,0	0,46	8,0	0,78
8,5	4.151,0	0,46	8,5	0,74
9,0	4.792,0	0,45	9,0	0,69
9,5	5.326,0	0,42	9,5	0,64
10,0	5.716,0	0,39	10,0	0,58
10,5	5.979,0	0,35	10,5	0,53
11,0	6.137,0	0,31	11,0	0,48
11,5	6.207,0	0,28	11,5	0,42
12,0	6.220,0	0,24	12,0	0,38
12,5	6.220,0	0,22	12,5	0,33
13,0	6.220,0	0,19	13,0	0,29
13,5	6.220,0	0,17	13,5	0,26
14,0	6.220,0	0,15	14,0	0,23
14,5	6.220,0	0,14	14,5	0,21
15,0	6.220,0	0,13	15,0	0,18
15,5	6.220,0	0,11	15,5	0,17
16,0	6.220,0	0,10	16,0	0,15
16,5	6.220,0	0,09	16,5	0,14
17,0	6.220,0	0,09	17,0	0,13
17,5	6.220,0	0,08	17,5	0,12
18,0	6.220,0	0,07	18,0	0,11
18,5	6.220,0	0,07	18,5	0,10
19,0	6.183,0	0,06	19,0	0,09
19,5	6.058,0	0,06	19,5	0,09
20,0	5.865,0	0,05	20,0	0,08

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,188 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	66,4	0,17	2,50- 3,50	68,6	68,6	0,3
4,0	346,2	0,38	3,50- 4,50	311,7	380,3	1,7
5,0	789,2	0,44	4,50- 5,50	762,3	1.142,6	5,1
6,0	1.414,5	0,46	5,50- 6,50	1.393,0	2.535,6	11,4
7,0	2.274,6	0,46	6,50- 7,50	2.129,2	4.664,8	21,0
8,0	3.402,6	0,46	7,50- 8,50	2.823,5	7.488,3	33,6
9,0	4.661,0	0,45	8,50- 9,50	3.224,7	10.713,0	48,1
10,0	5.613,6	0,39	9,50-10,50	3.115,4	13.828,4	62,1
11,0	6.082,6	0,32	10,50-11,50	2.591,2	16.419,6	73,7
12,0	6.214,4	0,25	11,50-12,50	1.943,9	18.363,5	82,5
13,0	6.220,0	0,20	12,50-13,50	1.370,3	19.733,7	88,6
14,0	6.220,0	0,16	13,50-14,50	933,3	20.667,1	92,8
15,0	6.220,0	0,13	14,50-15,50	620,6	21.287,7	95,6
16,0	6.220,0	0,11	15,50-16,50	405,3	21.693,0	97,4
17,0	6.220,0	0,09	16,50-17,50	261,2	21.954,2	98,6
18,0	6.220,0	0,07	17,50-18,50	166,7	22.120,8	99,4
19,0	6.183,0	0,06	18,50-19,50	104,4	22.225,2	99,8
20,0	5.865,0	0,05	19,50-20,50	39,7	22.264,9	100,0





PARK - Power Curve Analysis

Calculation: VORTEX-PE Los Morales-7-AEG-NORDEX N175-6.22MW-142m WTG: 5 - NORDEX N175/6,22MW 6220 175.0 !O!, Hub height: 142,0 m

Name: Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³
Source: F008_278_A12_EN

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
30/11/2022	USER	03/07/2017	21/04/2023	20,0	Pitch	User defined	Variable	0,26

HP curve comparison - Note: For standard air density

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	11.845	17.600	22.975	27.635	31.487	34.515
NORDEX N175/6,22MW 6220 175.0 !O! Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³	[MWh]	12.027	17.809	23.112	27.467	30.653	32.655
Check value	[%]	-2	-1	-1	1	3	6

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m^2) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see the windPRO manual.
The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

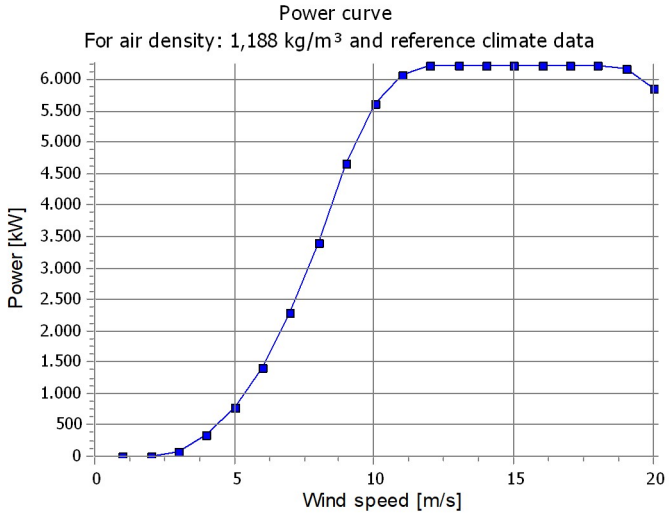
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

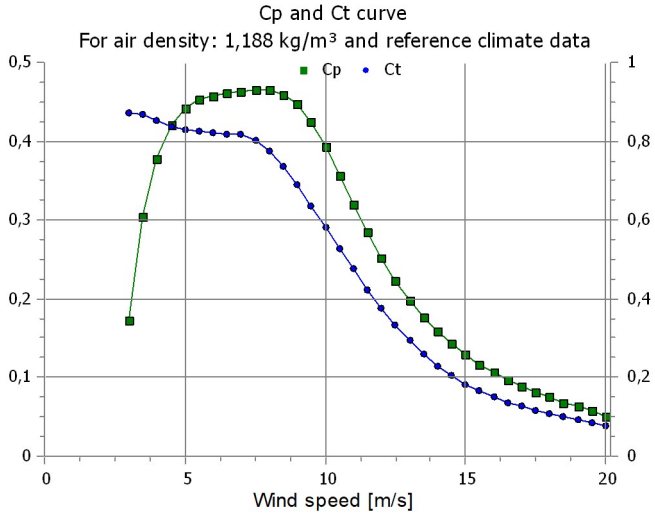
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	74,0	0,19	3,0	0,87
3,5	195,0	0,31	3,5	0,87
4,0	360,0	0,38	4,0	0,85
4,5	567,0	0,42	4,5	0,84
5,0	815,0	0,44	5,0	0,83
5,5	1.110,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.458,0	0,46	6,0	0,82
6,5	1.868,0	0,46	6,5	0,82
7,0	2.344,0	0,46	7,0	0,82
7,5	2.891,0	0,47	7,5	0,80
8,0	3.506,0	0,46	8,0	0,78
8,5	4.151,0	0,46	8,5	0,74
9,0	4.792,0	0,45	9,0	0,69
9,5	5.326,0	0,42	9,5	0,64
10,0	5.716,0	0,39	10,0	0,58
10,5	5.979,0	0,35	10,5	0,53
11,0	6.137,0	0,31	11,0	0,48
11,5	6.207,0	0,28	11,5	0,42
12,0	6.220,0	0,24	12,0	0,38
12,5	6.220,0	0,22	12,5	0,33
13,0	6.220,0	0,19	13,0	0,29
13,5	6.220,0	0,17	13,5	0,26
14,0	6.220,0	0,15	14,0	0,23
14,5	6.220,0	0,14	14,5	0,21
15,0	6.220,0	0,13	15,0	0,18
15,5	6.220,0	0,11	15,5	0,17
16,0	6.220,0	0,10	16,0	0,15
16,5	6.220,0	0,09	16,5	0,14
17,0	6.220,0	0,09	17,0	0,13
17,5	6.220,0	0,08	17,5	0,12
18,0	6.220,0	0,07	18,0	0,11
18,5	6.220,0	0,07	18,5	0,10
19,0	6.183,0	0,06	19,0	0,09
19,5	6.058,0	0,06	19,5	0,09
20,0	5.865,0	0,05	20,0	0,08

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,188 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	66,4	0,17	2,50- 3,50	65,0	65,0	0,3
4,0	346,2	0,38	3,50- 4,50	295,6	360,7	1,5
5,0	789,1	0,44	4,50- 5,50	728,0	1.088,6	4,7
6,0	1.414,4	0,46	5,50- 6,50	1.347,4	2.436,0	10,5
7,0	2.274,4	0,46	6,50- 7,50	2.096,8	4.532,8	19,5
8,0	3.402,3	0,46	7,50- 8,50	2.840,8	7.373,6	31,6
9,0	4.660,7	0,45	8,50- 9,50	3.320,3	10.693,9	45,9
10,0	5.613,3	0,39	9,50-10,50	3.282,0	13.975,9	60,0
11,0	6.082,5	0,32	10,50-11,50	2.789,0	16.764,9	72,0
12,0	6.214,4	0,25	11,50-12,50	2.131,8	18.896,7	81,1
13,0	6.220,0	0,20	12,50-13,50	1.525,8	20.422,4	87,7
14,0	6.220,0	0,16	13,50-14,50	1.051,4	21.473,9	92,2
15,0	6.220,0	0,13	14,50-15,50	705,1	22.179,0	95,2
16,0	6.220,0	0,11	15,50-16,50	463,1	22.642,1	97,2
17,0	6.220,0	0,09	16,50-17,50	299,4	22.941,5	98,5
18,0	6.220,0	0,07	17,50-18,50	191,2	23.132,7	99,3
19,0	6.183,0	0,06	18,50-19,50	119,5	23.252,2	99,8
20,0	5.865,0	0,05	19,50-20,50	45,3	23.297,5	100,0





PARK - Power Curve Analysis

Calculation: VORTEX-PE Los Morales-7-AEG-NORDEX N175-6.22MW-142m WTG: 6 - NORDEX N175/6,22MW 6220 175.0 !O!, Hub height: 142,0 m

Name: Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³
Source: F008_278_A12_EN

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
30/11/2022	USER	03/07/2017	21/04/2023	20,0	Pitch	User defined	Variable	0,26

HP curve comparison - Note: For standard air density

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	11.845	17.600	22.975	27.635	31.487	34.515
NORDEX N175/6,22MW 6220 175.0 !O! Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³	[MWh]	12.027	17.809	23.112	27.467	30.653	32.655
Check value	[%]	-2	-1	-1	1	3	6

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m^2) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see the windPRO manual.
The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

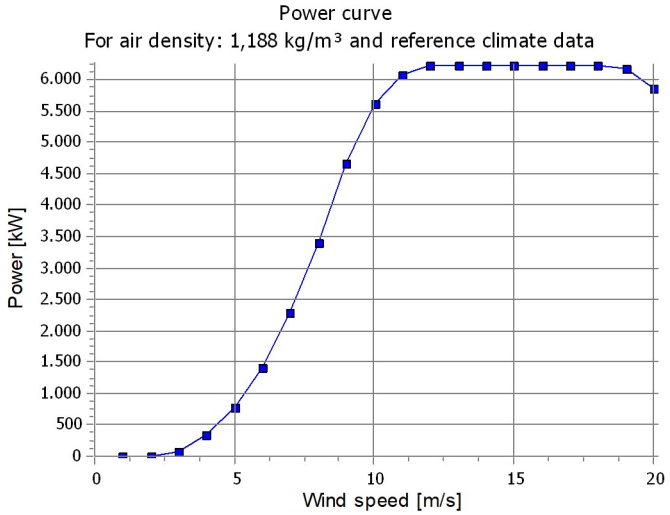
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

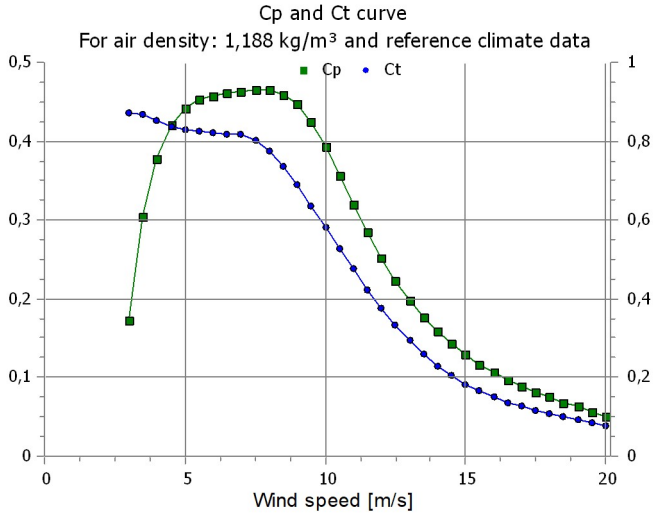
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	74,0	0,19	3,0	0,87
3,5	195,0	0,31	3,5	0,87
4,0	360,0	0,38	4,0	0,85
4,5	567,0	0,42	4,5	0,84
5,0	815,0	0,44	5,0	0,83
5,5	1.110,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.458,0	0,46	6,0	0,82
6,5	1.868,0	0,46	6,5	0,82
7,0	2.344,0	0,46	7,0	0,82
7,5	2.891,0	0,47	7,5	0,80
8,0	3.506,0	0,46	8,0	0,78
8,5	4.151,0	0,46	8,5	0,74
9,0	4.792,0	0,45	9,0	0,69
9,5	5.326,0	0,42	9,5	0,64
10,0	5.716,0	0,39	10,0	0,58
10,5	5.979,0	0,35	10,5	0,53
11,0	6.137,0	0,31	11,0	0,48
11,5	6.207,0	0,28	11,5	0,42
12,0	6.220,0	0,24	12,0	0,38
12,5	6.220,0	0,22	12,5	0,33
13,0	6.220,0	0,19	13,0	0,29
13,5	6.220,0	0,17	13,5	0,26
14,0	6.220,0	0,15	14,0	0,23
14,5	6.220,0	0,14	14,5	0,21
15,0	6.220,0	0,13	15,0	0,18
15,5	6.220,0	0,11	15,5	0,17
16,0	6.220,0	0,10	16,0	0,15
16,5	6.220,0	0,09	16,5	0,14
17,0	6.220,0	0,09	17,0	0,13
17,5	6.220,0	0,08	17,5	0,12
18,0	6.220,0	0,07	18,0	0,11
18,5	6.220,0	0,07	18,5	0,10
19,0	6.183,0	0,06	19,0	0,09
19,5	6.058,0	0,06	19,5	0,09
20,0	5.865,0	0,05	20,0	0,08

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,188 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	66,5	0,17	2,50- 3,50	67,4	67,4	0,3
4,0	346,3	0,38	3,50- 4,50	306,1	373,5	1,6
5,0	789,2	0,44	4,50- 5,50	752,5	1.126,0	4,8
6,0	1.414,6	0,46	5,50- 6,50	1.389,0	2.515,0	10,8
7,0	2.274,7	0,46	6,50- 7,50	2.153,1	4.668,1	20,0
8,0	3.402,8	0,46	7,50- 8,50	2.902,0	7.570,0	32,4
9,0	4.661,3	0,45	8,50- 9,50	3.369,2	10.939,3	46,9
10,0	5.613,8	0,39	9,50-10,50	3.303,6	14.242,9	61,0
11,0	6.082,7	0,32	10,50-11,50	2.780,4	17.023,3	72,9
12,0	6.214,4	0,25	11,50-12,50	2.102,2	19.125,5	81,9
13,0	6.220,0	0,20	12,50-13,50	1.487,1	20.612,6	88,3
14,0	6.220,0	0,16	13,50-14,50	1.012,8	21.625,4	92,6
15,0	6.220,0	0,13	14,50-15,50	671,8	22.297,2	95,5
16,0	6.220,0	0,11	15,50-16,50	437,2	22.734,4	97,4
17,0	6.220,0	0,09	16,50-17,50	280,7	23.015,0	98,6
18,0	6.220,0	0,07	17,50-18,50	178,4	23.193,4	99,3
19,0	6.183,0	0,06	18,50-19,50	111,2	23.304,7	99,8
20,0	5.865,0	0,05	19,50-20,50	42,2	23.346,8	100,0





PARK - Power Curve Analysis

Calculation: VORTEX-PE Los Morales-7-AEG-NORDEX N175-6.22MW-142m WTG: 7 - NORDEX N175/6,22MW 6220 175.0 !O!, Hub height: 142,0 m

Name: Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³
Source: F008_278_A12_EN

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
30/11/2022	USER	03/07/2017	21/04/2023	20,0	Pitch	User defined	Variable	0,26

HP curve comparison - Note: For standard air density

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	11.845	17.600	22.975	27.635	31.487	34.515
NORDEX N175/6,22MW 6220 175.0 !O! Mode 00 - 6220kW - 1.225 kg/m³	[MWh]	12.027	17.809	23.112	27.467	30.653	32.655
Check value	[%]	-2	-1	-1	1	3	6

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m^2) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see the windPRO manual.
The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

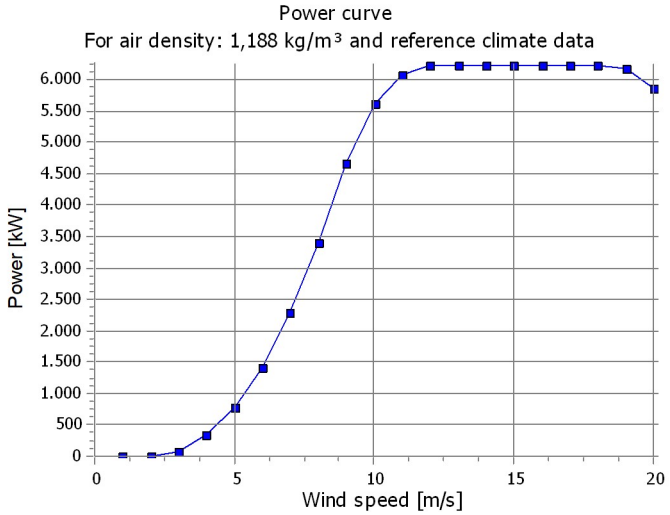
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

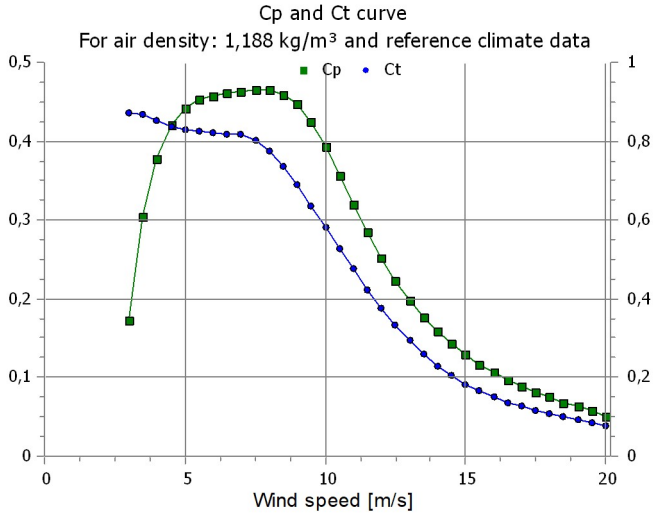
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	74,0	0,19	3,0	0,87
3,5	195,0	0,31	3,5	0,87
4,0	360,0	0,38	4,0	0,85
4,5	567,0	0,42	4,5	0,84
5,0	815,0	0,44	5,0	0,83
5,5	1.110,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.458,0	0,46	6,0	0,82
6,5	1.868,0	0,46	6,5	0,82
7,0	2.344,0	0,46	7,0	0,82
7,5	2.891,0	0,47	7,5	0,80
8,0	3.506,0	0,46	8,0	0,78
8,5	4.151,0	0,46	8,5	0,74
9,0	4.792,0	0,45	9,0	0,69
9,5	5.326,0	0,42	9,5	0,64
10,0	5.716,0	0,39	10,0	0,58
10,5	5.979,0	0,35	10,5	0,53
11,0	6.137,0	0,31	11,0	0,48
11,5	6.207,0	0,28	11,5	0,42
12,0	6.220,0	0,24	12,0	0,38
12,5	6.220,0	0,22	12,5	0,33
13,0	6.220,0	0,19	13,0	0,29
13,5	6.220,0	0,17	13,5	0,26
14,0	6.220,0	0,15	14,0	0,23
14,5	6.220,0	0,14	14,5	0,21
15,0	6.220,0	0,13	15,0	0,18
15,5	6.220,0	0,11	15,5	0,17
16,0	6.220,0	0,10	16,0	0,15
16,5	6.220,0	0,09	16,5	0,14
17,0	6.220,0	0,09	17,0	0,13
17,5	6.220,0	0,08	17,5	0,12
18,0	6.220,0	0,07	18,0	0,11
18,5	6.220,0	0,07	18,5	0,10
19,0	6.183,0	0,06	19,0	0,09
19,5	6.058,0	0,06	19,5	0,09
20,0	5.865,0	0,05	20,0	0,08

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,188 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	66,4	0,17	2,50- 3,50	66,7	66,7	0,3
4,0	346,2	0,38	3,50- 4,50	303,4	370,1	1,6
5,0	789,1	0,44	4,50- 5,50	746,5	1.116,7	4,7
6,0	1.414,4	0,46	5,50- 6,50	1.380,5	2.497,2	10,6
7,0	2.274,4	0,46	6,50- 7,50	2.145,5	4.642,6	19,7
8,0	3.402,3	0,46	7,50- 8,50	2.901,4	7.544,0	32,0
9,0	4.660,7	0,45	8,50- 9,50	3.382,4	10.926,4	46,3
10,0	5.613,3	0,39	9,50-10,50	3.332,1	14.258,5	60,5
11,0	6.082,5	0,32	10,50-11,50	2.819,0	17.077,4	72,4
12,0	6.214,4	0,25	11,50-12,50	2.143,0	19.220,5	81,5
13,0	6.220,0	0,20	12,50-13,50	1.524,2	20.744,6	88,0
14,0	6.220,0	0,16	13,50-14,50	1.043,4	21.788,0	92,4
15,0	6.220,0	0,13	14,50-15,50	695,4	22.483,4	95,3
16,0	6.220,0	0,11	15,50-16,50	454,5	22.937,9	97,3
17,0	6.220,0	0,09	16,50-17,50	293,1	23.231,0	98,5
18,0	6.220,0	0,07	17,50-18,50	187,2	23.418,3	99,3
19,0	6.183,0	0,06	18,50-19,50	117,4	23.535,7	99,8
20,0	5.865,0	0,05	19,50-20,50	44,7	23.580,4	100,0





PARK - Time varying AEP

Calculation: VORTEX-PE Los Morales-7-AEG-NORDEX N175-6.22MW-142m

Windfarm: 43,5 MW based on 7 turbines of type NORDEX N175/6,22MW 6220 175.0 !O!.
Selection: All new WTGs
Calculated mean yield per month and hour [MWh]. El resultado incluye las pérdidas por estela y una reducción de 9,2 %
Values are scaled to a full year, see correction factors at main result page.

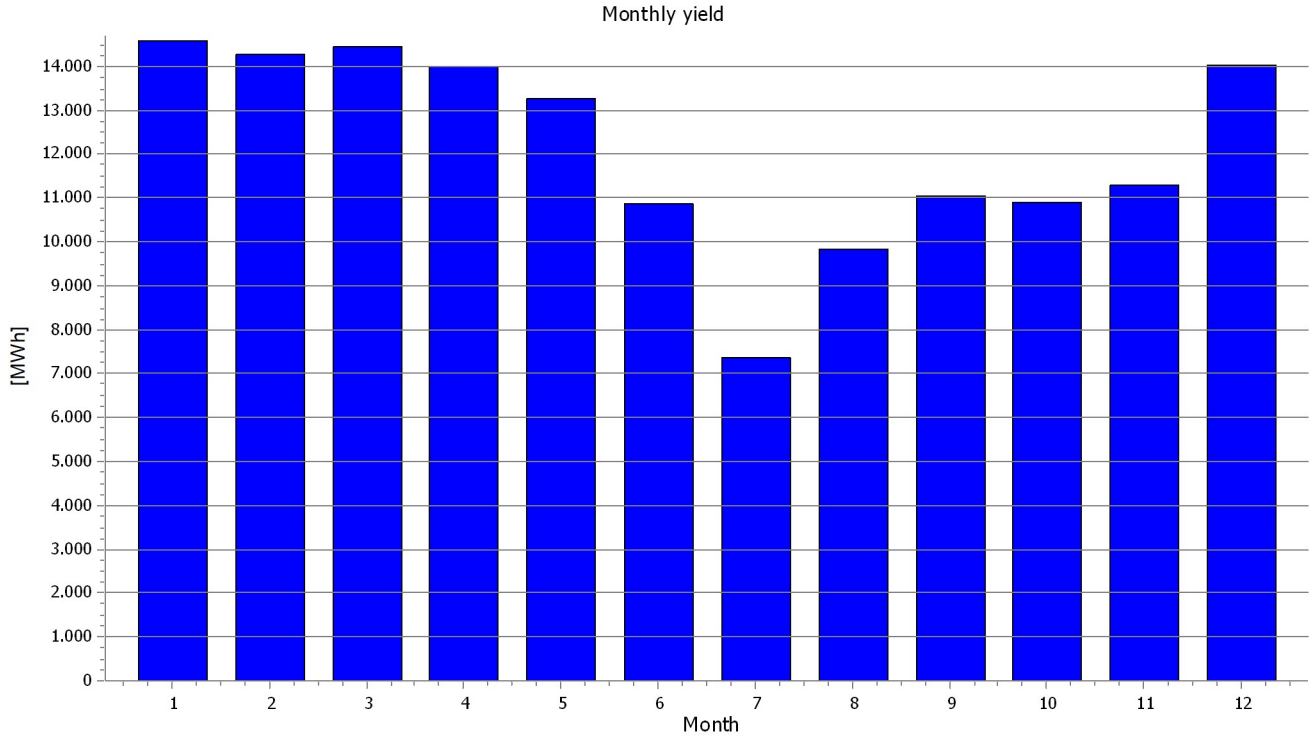
Hour/Month [MWh]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Grand Total
0	656	714	663	644	629	544	395	600	680	514	547	621	7.208
1	620	705	681	671	599	574	410	582	595	536	506	617	7.094
2	628	709	711	668	551	549	409	560	516	560	511	613	6.985
3	654	717	687	678	531	510	410	512	527	542	489	634	6.892
4	665	676	644	679	516	468	448	463	529	523	473	668	6.753
5	670	656	631	632	514	416	457	412	524	538	469	678	6.597
6	669	666	630	592	475	362	457	396	520	539	506	674	6.486
7	649	627	609	572	447	316	401	391	481	530	500	651	6.173
8	637	573	587	516	400	209	255	356	436	504	481	664	5.620
9	646	552	557	394	300	148	113	217	302	450	506	666	4.852
10	638	446	418	357	315	164	96	140	176	393	491	640	4.274
11	559	323	427	386	421	209	96	119	215	291	385	567	3.997
12	497	336	436	450	468	287	119	145	219	261	282	447	3.947
13	462	404	473	525	532	401	163	187	248	282	318	435	4.430
14	458	498	520	540	600	494	232	260	303	310	379	426	5.022
15	500	523	542	592	647	522	241	315	330	348	397	447	5.404
16	520	513	587	597	660	523	239	342	355	386	397	446	5.566
17	537	521	599	634	620	545	231	363	394	399	390	446	5.678
18	572	559	616	653	607	576	249	431	425	395	410	494	5.988
19	626	659	657	670	646	587	294	531	509	455	457	574	6.664
20	652	677	701	664	677	626	379	621	626	509	531	633	7.296
21	680	732	688	614	718	656	395	636	696	538	592	648	7.593
22	697	749	689	620	716	619	421	624	720	568	621	658	7.701
23	688	747	674	643	657	562	439	635	704	538	632	669	7.588
Grand Total	14.581	14.282	14.428	13.990	13.246	10.868	7.348	9.838	11.029	10.910	11.270	14.016	145.807

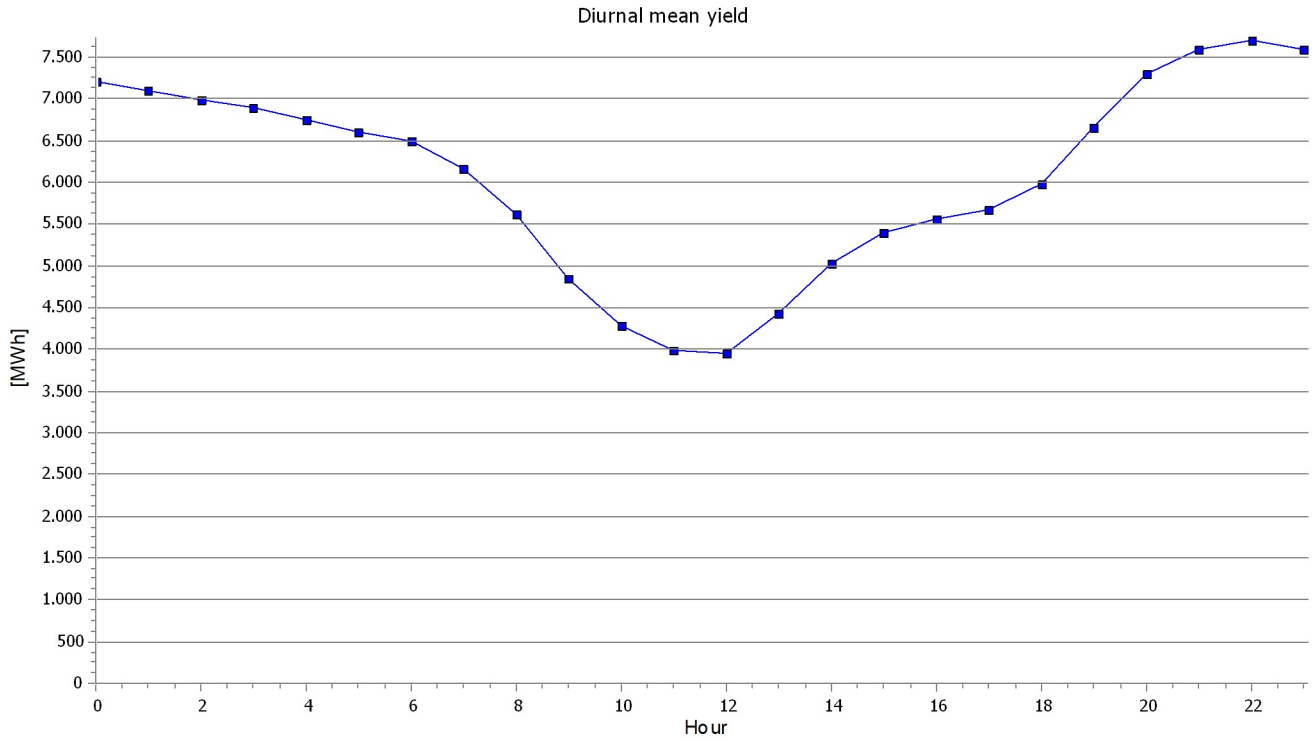
Hour/Month [MW]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Grand Total
0	21,2	25,5	21,4	21,5	20,3	18,1	12,7	19,4	22,7	16,6	18,2	20,0	19,7
1	20,0	25,2	22,0	22,4	19,3	19,1	13,2	18,8	19,8	17,3	16,9	19,9	19,4
2	20,2	25,3	22,9	22,3	17,8	18,3	13,2	18,1	17,2	18,1	17,0	19,8	19,1
3	21,1	25,6	22,2	22,6	17,1	17,0	13,2	16,5	17,6	17,5	16,3	20,4	18,9
4	21,5	24,2	20,8	22,6	16,6	15,6	14,4	14,9	17,6	16,9	15,8	21,6	18,5
5	21,6	23,4	20,3	21,1	16,6	13,9	14,8	13,3	17,5	17,4	15,6	21,9	18,1
6	21,6	23,8	20,3	19,7	15,3	12,1	14,7	12,8	17,3	17,4	16,9	21,7	17,8
7	20,9	22,4	19,6	19,1	14,4	10,5	12,9	12,6	16,0	17,1	16,7	21,0	16,9
8	20,5	20,5	18,9	17,2	12,9	7,0	8,2	11,5	14,5	16,3	16,0	21,4	15,4
9	20,9	19,7	18,0	13,1	9,7	4,9	3,6	7,0	10,1	14,5	16,9	21,5	13,3
10	20,6	15,9	13,5	11,9	10,2	5,5	3,1	4,5	5,9	12,7	16,4	20,7	11,7
11	18,0	11,5	13,8	12,9	13,6	7,0	3,1	3,8	7,2	9,4	12,8	18,3	11,0
12	16,0	12,0	14,1	15,0	15,1	9,6	3,8	4,7	7,3	8,4	9,4	14,4	10,8
13	14,9	14,4	15,2	17,5	17,2	13,4	5,2	6,0	8,3	9,1	10,6	14,0	12,1
14	14,8	17,8	16,8	18,0	19,4	16,5	7,5	8,4	10,1	10,0	12,6	13,7	13,8
15	16,1	18,7	17,5	19,7	20,9	17,4	7,8	10,2	11,0	11,2	13,2	14,4	14,8
16	16,8	18,3	18,9	19,9	21,3	17,4	7,7	11,0	11,8	12,5	13,2	14,4	15,3
17	17,3	18,6	19,3	21,1	20,0	18,2	7,4	11,7	13,1	12,9	13,0	14,4	15,6
18	18,5	20,0	19,9	21,8	19,6	19,2	8,0	13,9	14,2	12,8	13,7	15,9	16,4
19	20,2	23,5	21,2	22,3	20,8	19,6	9,5	17,1	17,0	14,7	15,2	18,5	18,3
20	21,0	24,2	22,6	22,1	21,8	20,9	12,2	20,0	20,9	16,4	17,7	20,4	20,0
21	21,9	26,1	22,2	20,5	23,2	21,9	12,7	20,5	23,2	17,4	19,7	20,9	20,8
22	22,5	26,7	22,2	20,7	23,1	20,6	13,6	20,1	24,0	18,3	20,7	21,2	21,1
23	22,2	26,7	21,7	21,4	21,2	18,7	14,2	20,5	23,5	17,3	21,1	21,6	20,8
Grand Total	19,6	21,3	19,4	19,4	17,8	15,1	9,9	13,2	15,3	14,7	15,7	18,8	16,6

PARK - Time varying AEP

Calculation: VORTEX-PE Los Morales-7-AEG-NORDEX N175-6.22MW-142m

Windfarm: 43,5 MW based on 7 turbines of type NORDEX N175/6,22MW 6220 175.0 !O!.
Selection: All new WTGs
Calculated mean yield per month and hour [MWh]. El resultado incluye las pérdidas por estela y una reducción de 9,2 %
Values are scaled to a full year, see correction factors at main result page.



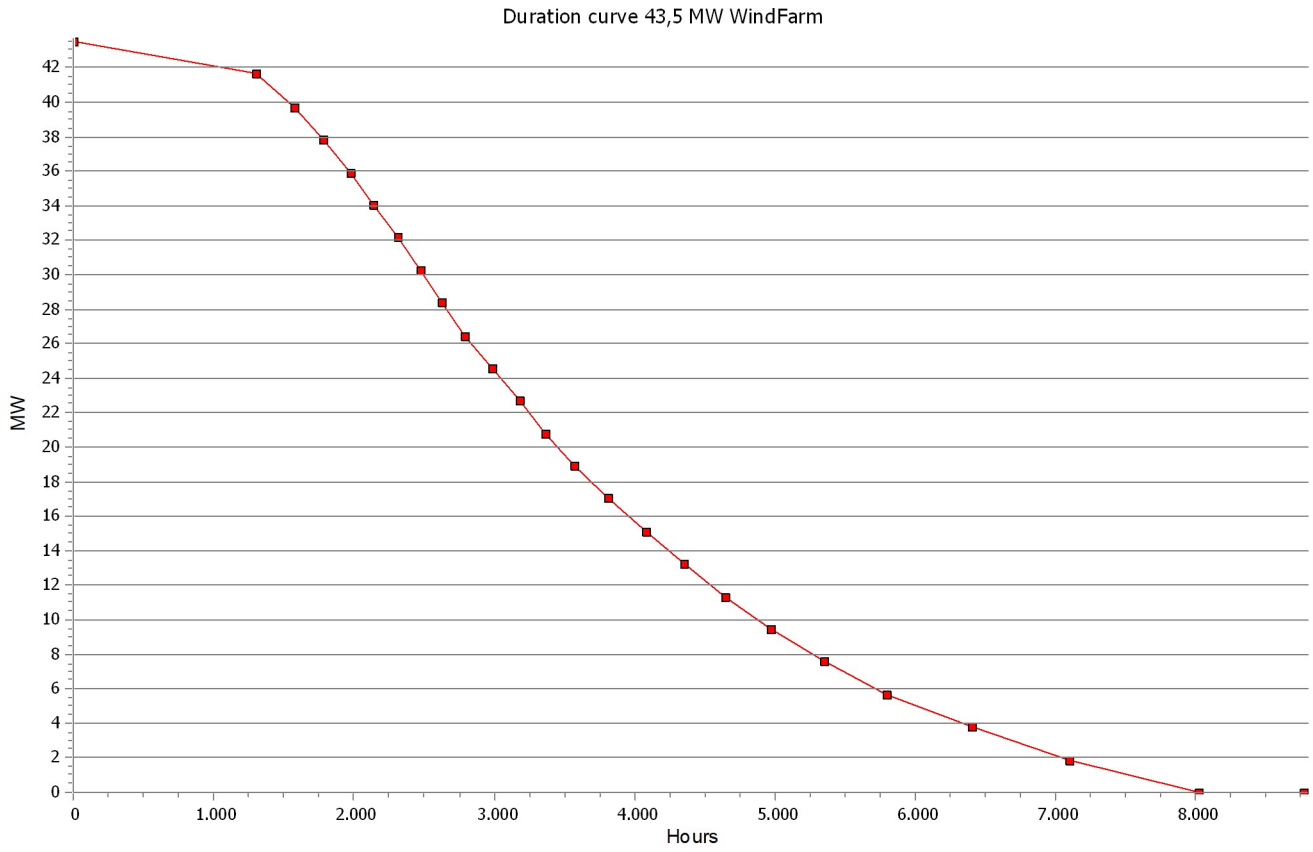


PARK - Time varying AEP

Calculation: VORTEX-PE Los Morales-7-AEG-NORDEX N175-6.22MW-142m

Windfarm: 43,5 MW based on 7 turbines of type NORDEX N175/6,22MW 6220 175.0 !O!.
Selection: All new WTGs

Hours	Hours [%]	Hours accumulated	Power [MW]	Power (MW/WTG)
0	0,0	0	43,5	6,2
1301	14,8	1301	41,6 - 43,5	5,9 - 6,2
267	3,0	1568	39,8 - 41,6	5,7 - 5,9
214	2,4	1782	37,9 - 39,8	5,4 - 5,7
190	2,2	1972	36,0 - 37,9	5,1 - 5,4
168	1,9	2140	34,1 - 36,0	4,9 - 5,1
170	1,9	2309	32,2 - 34,1	4,6 - 4,9
167	1,9	2476	30,3 - 32,2	4,3 - 4,6
147	1,7	2623	28,4 - 30,3	4,1 - 4,3
170	1,9	2793	26,5 - 28,4	3,8 - 4,1
186	2,1	2980	24,6 - 26,5	3,5 - 3,8
195	2,2	3175	22,7 - 24,6	3,2 - 3,5
186	2,1	3361	20,8 - 22,7	3,0 - 3,2
209	2,4	3569	18,9 - 20,8	2,7 - 3,0
243	2,8	3812	17,0 - 18,9	2,4 - 2,7
269	3,1	4081	15,1 - 17,0	2,2 - 2,4
273	3,1	4354	13,3 - 15,1	1,9 - 2,2
285	3,3	4639	11,4 - 13,3	1,6 - 1,9
327	3,7	4966	9,5 - 11,4	1,4 - 1,6
379	4,3	5345	7,6 - 9,5	1,1 - 1,4
448	5,1	5793	5,7 - 7,6	0,8 - 1,1
611	7,0	6404	3,8 - 5,7	0,5 - 0,8
694	7,9	7098	1,9 - 3,8	0,3 - 0,5
922	10,5	8020	0,0 - 1,9	0,0 - 0,3
746	8,5	8766	0,0	0,0



PARK - Wind Data Analysis

Calculation: VORTEX-PE Los Morales-7-AEG-NORDEX N175-6.22MW-142m Wind data: A - Datos de empl.: WAsP (8); Hub height: 142,0

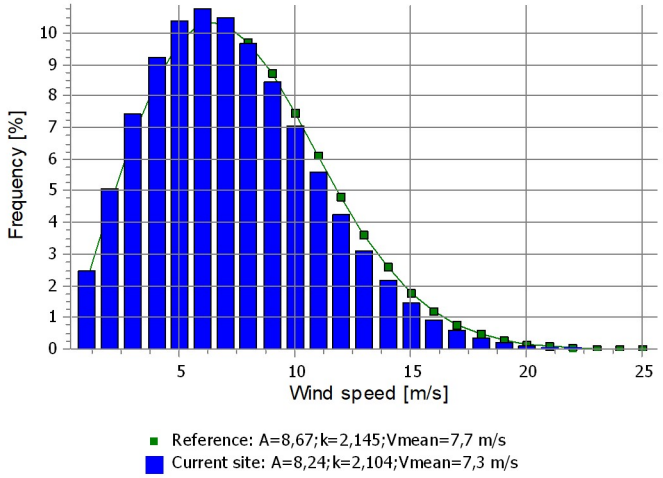
Site coordinates
UTM (north)-WGS84 Zone: 29
East: 742.707 North: 4.066.259
AEG-05

Wind statistics
ES VORTEX-Data-AEG-03 - B 135.00 m.wws

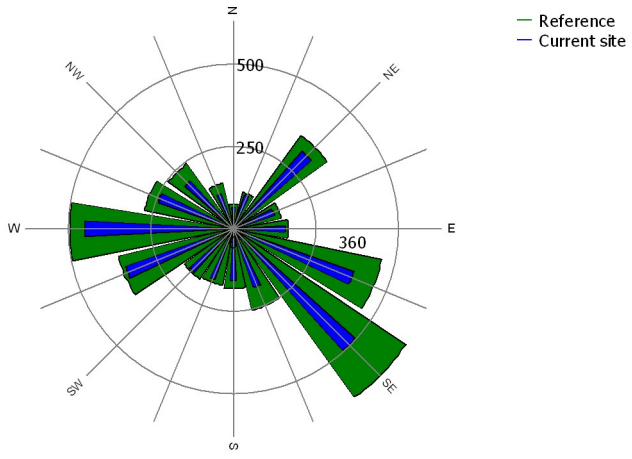
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	6,17	5,46	2,029	3,9	6,47	2,023	3,9
1 NNE	7,06	6,25	2,260	4,9	7,33	2,372	4,9
2 NE	9,32	8,25	2,096	5,9	9,73	2,117	5,8
3 ENE	7,79	6,91	2,396	4,7	8,23	2,376	4,5
4 E	7,93	7,03	2,439	5,5	8,40	2,722	5,1
5 ESE	9,83	8,71	2,303	6,7	10,46	2,343	6,7
6 SE	10,45	9,25	2,119	6,7	11,20	2,140	6,9
7 SSE	8,46	7,49	2,166	4,8	9,23	2,179	5,0
8 S	8,15	7,22	2,107	4,4	8,55	2,132	4,5
9 SSW	7,35	6,53	1,811	5,3	7,47	1,806	5,4
10 SW	7,24	6,46	1,674	5,4	7,42	1,691	5,3
11 WSW	8,23	7,29	2,092	9,4	8,40	2,138	9,3
12 W	8,55	7,59	2,479	12,4	8,88	2,527	12,4
13 WNW	7,89	7,00	2,521	8,6	8,30	2,568	8,5
14 NW	7,97	7,08	2,576	6,8	8,54	2,618	7,0
15 NNW	7,31	6,47	2,314	4,7	7,86	2,347	4,9
All	8,24	7,30	2,104	100,0	8,67	2,145	100,0

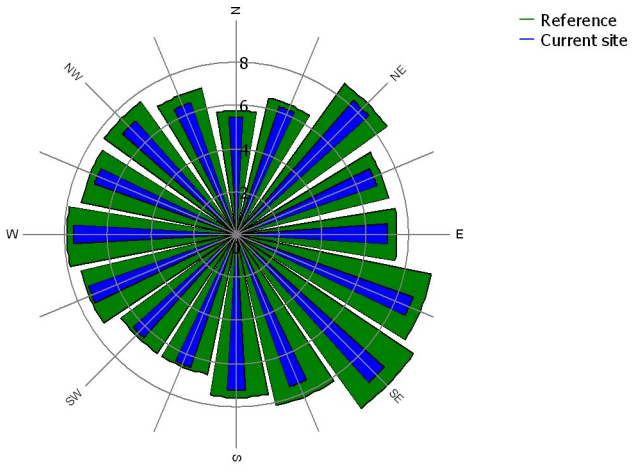
Weibull Distribution



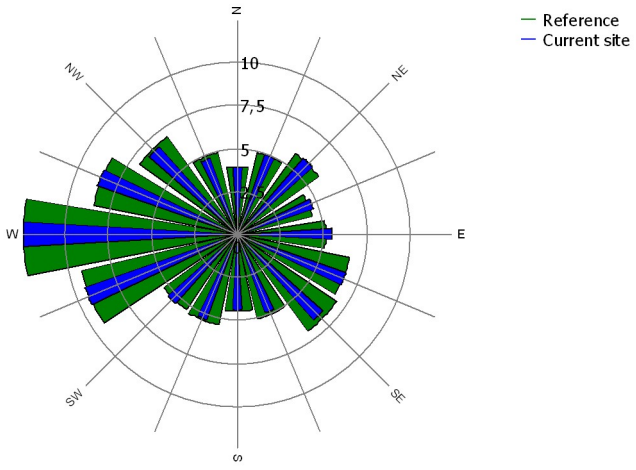
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



PARK - Wind Data Analysis

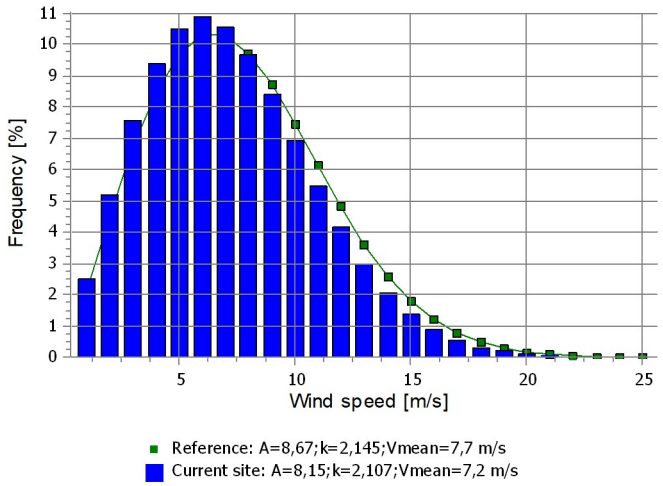
Calculation: VORTEX-PE Los Morales-7-AEG-NORDEX N175-6.22MW-142m Wind data: A - Datos de empl.: WAsP (8); Hub height: 142,0

Site coordinates
UTM (north)-WGS84 Zone: 29
East: 745.092 North: 4.063.165
AEG-06
Wind statistics
ES VORTEX-Data-AEG-03 - B 135.00 m.wws

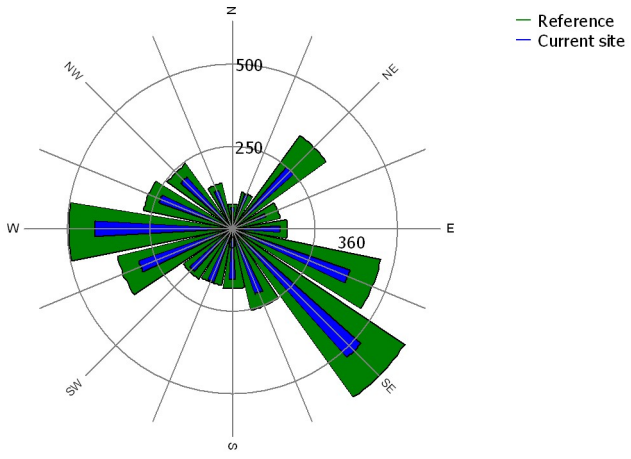
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Current site Wind speed [m/s]	Current site k-parameter	Current site Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	Reference: Roughness class 1 k-parameter	Reference: Roughness class 1 Frequency [%]
0 N	6,16	5,46	2,029	4,1	6,47	2,023	3,9
1 NNE	7,07	6,26	2,236	5,0	7,33	2,372	4,9
2 NE	8,71	7,72	2,100	5,7	9,73	2,117	5,8
3 ENE	7,40	6,56	2,416	4,5	8,23	2,376	4,5
4 E	7,83	6,95	2,521	5,2	8,40	2,722	5,1
5 ESE	9,79	8,67	2,314	6,6	10,46	2,343	6,7
6 SE	10,53	9,32	2,123	6,9	11,20	2,140	6,9
7 SSE	8,61	7,63	2,154	5,1	9,23	2,179	5,0
8 S	7,97	7,06	2,092	4,6	8,55	2,132	4,5
9 SSW	7,41	6,59	1,799	5,3	7,47	1,806	5,4
10 SW	7,20	6,43	1,682	5,4	7,42	1,691	5,3
11 WSW	7,94	7,03	2,096	9,1	8,40	2,138	9,3
12 W	8,41	7,46	2,482	12,1	8,88	2,527	12,4
13 WNW	7,86	6,98	2,533	8,5	8,30	2,568	8,5
14 NW	8,09	7,18	2,588	7,0	8,54	2,618	7,0
15 NNW	7,45	6,60	2,318	5,0	7,86	2,347	4,9
All	8,15	7,22	2,107	100,0	8,67	2,145	100,0

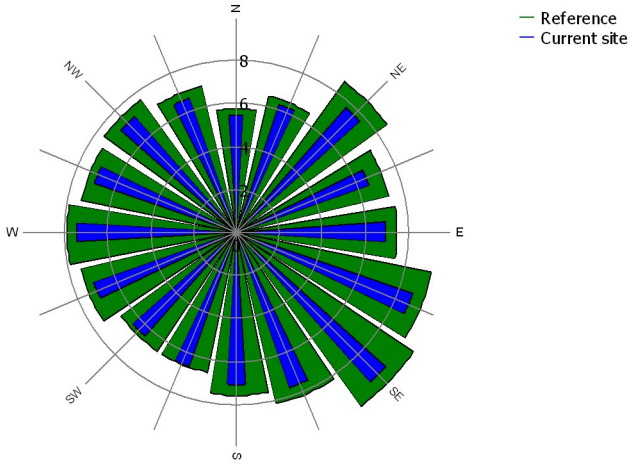
Weibull Distribution



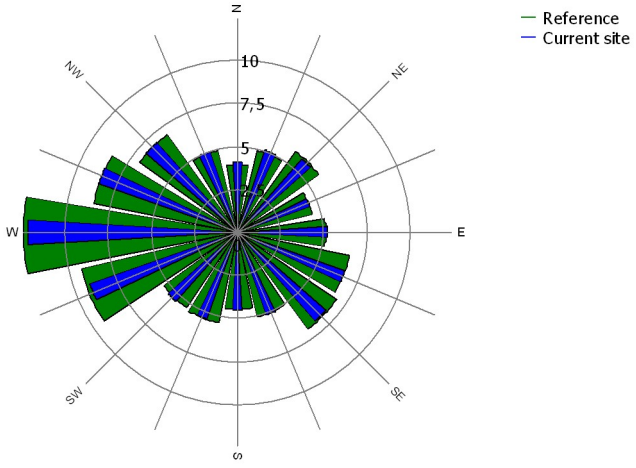
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



PARK - Wind Data Analysis

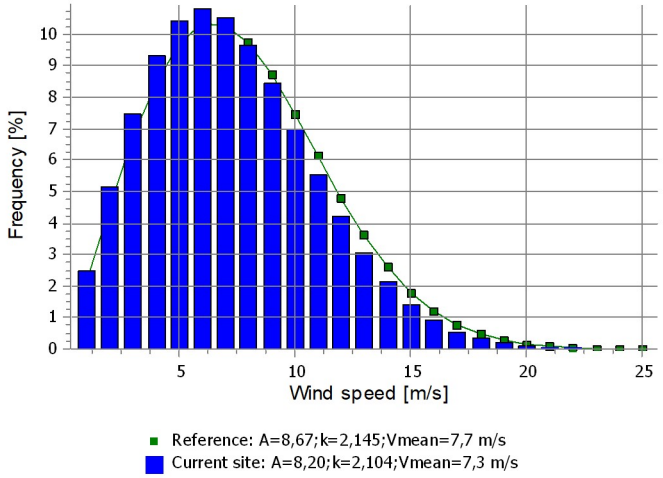
Calculation: VORTEX-PE Los Morales-7-AEG-NORDEX N175-6.22MW-142m Wind data: A - Datos de empl.: WAsP (8); Hub height: 142,0

Site coordinates
UTM (north)-WGS84 Zone: 29
East: 744.824 North: 4.062.568
AEG-07
Wind statistics
ES VORTEX-Data-AEG-03 - B 135.00 m.wws

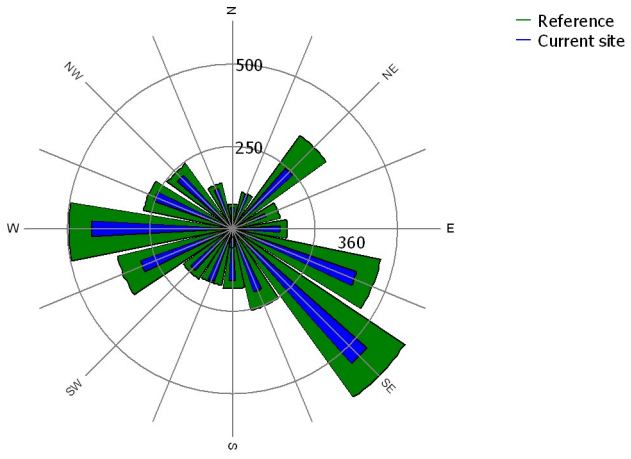
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	k-parameter	Frequency [%]
0 N	6,21	5,50	2,033	4,1	6,47	2,023	3,9
1 NNE	7,06	6,25	2,232	5,0	7,33	2,372	4,9
2 NE	8,70	7,71	2,100	5,6	9,73	2,117	5,8
3 ENE	7,44	6,60	2,412	4,4	8,23	2,376	4,5
4 E	7,87	6,98	2,525	5,2	8,40	2,722	5,1
5 ESE	9,95	8,81	2,314	6,7	10,46	2,343	6,7
6 SE	10,62	9,41	2,123	7,0	11,20	2,140	6,9
7 SSE	8,50	7,53	2,158	5,1	9,23	2,179	5,0
8 S	8,07	7,15	2,088	4,6	8,55	2,132	4,5
9 SSW	7,43	6,61	1,799	5,3	7,47	1,806	5,4
10 SW	7,19	6,42	1,674	5,2	7,42	1,691	5,3
11 WSW	7,91	7,01	2,088	9,0	8,40	2,138	9,3
12 W	8,47	7,52	2,475	12,1	8,88	2,527	12,4
13 WNW	7,97	7,07	2,529	8,7	8,30	2,568	8,5
14 NW	8,17	7,26	2,584	7,1	8,54	2,618	7,0
15 NNW	7,50	6,65	2,311	5,0	7,86	2,347	4,9
All	8,20	7,26	2,104	100,0	8,67	2,145	100,0

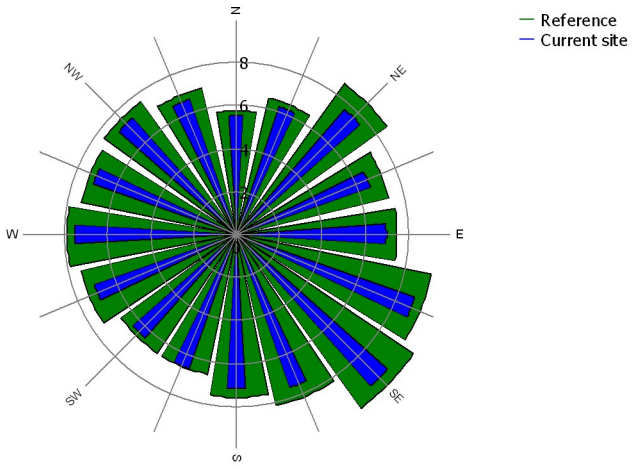
Weibull Distribution



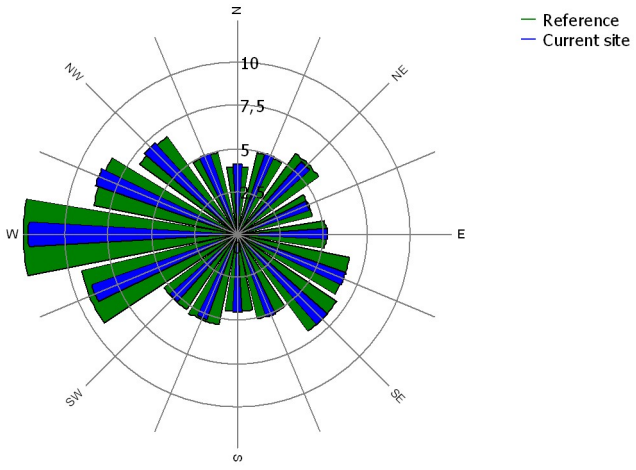
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



PARK - Wind Data Analysis

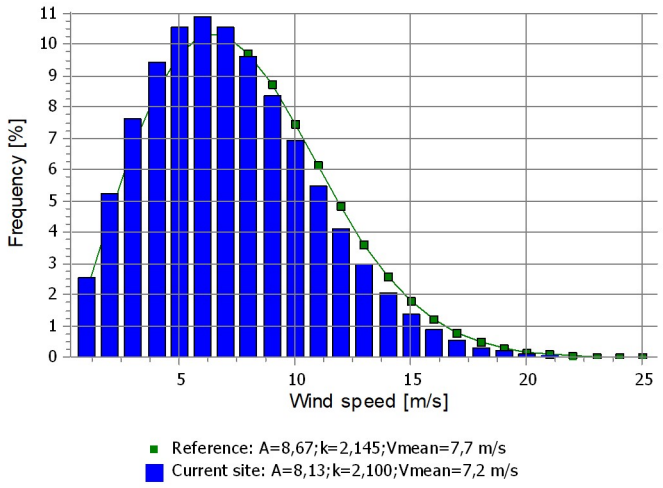
Calculation: VORTEX-PE Los Morales-7-AEG-NORDEX N175-6.22MW-142m Wind data: A - Datos de empl.: WAsP (8); Hub height: 142,0

Site coordinates
UTM (north)-WGS84 Zone: 29
East: 744.084 North: 4.065.644
AEG-03
Wind statistics
ES VORTEX-Data-AEG-03 - B 135.00 m.wws

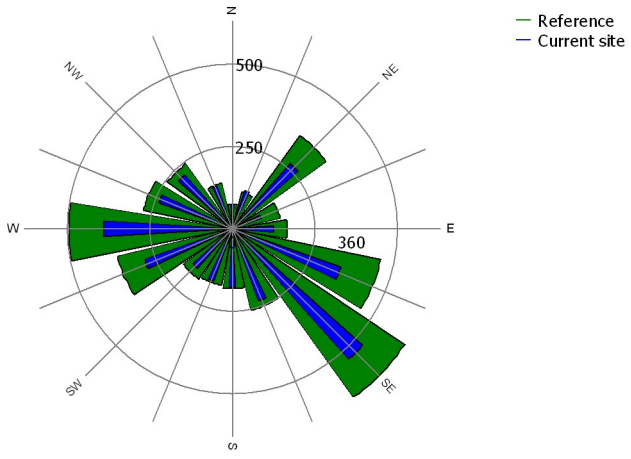
Weibull Data

Sector	Current site A-parameter [m/s]	Current site Wind speed [m/s]	Current site k-parameter	Current site Frequency [%]	Reference: Roughness class 1 A-parameter [m/s]	Reference: Roughness class 1 k-parameter	Reference: Roughness class 1 Frequency [%]
0 N	6,35	5,63	2,033	4,2	6,47	2,023	3,9
1 NNE	7,23	6,40	2,209	5,1	7,33	2,372	4,9
2 NE	8,94	7,92	2,100	5,6	9,73	2,117	5,8
3 ENE	7,11	6,30	2,424	4,3	8,23	2,376	4,5
4 E	7,43	6,59	2,451	5,1	8,40	2,722	5,1
5 ESE	9,56	8,47	2,299	6,5	10,46	2,343	6,7
6 SE	10,54	9,33	2,123	6,9	11,20	2,140	6,9
7 SSE	8,81	7,80	2,146	5,2	9,23	2,179	5,0
8 S	8,29	7,34	2,092	4,7	8,55	2,132	4,5
9 SSW	7,36	6,54	1,795	5,4	7,47	1,806	5,4
10 SW	7,07	6,31	1,693	5,3	7,42	1,691	5,3
11 WSW	7,85	6,95	2,092	8,8	8,40	2,138	9,3
12 W	8,27	7,34	2,482	11,8	8,88	2,527	12,4
13 WNW	7,83	6,95	2,521	8,6	8,30	2,568	8,5
14 NW	8,13	7,22	2,580	7,2	8,54	2,618	7,0
15 NNW	7,64	6,77	2,334	5,2	7,86	2,347	4,9
All	8,13	7,20	2,100	100,0	8,67	2,145	100,0

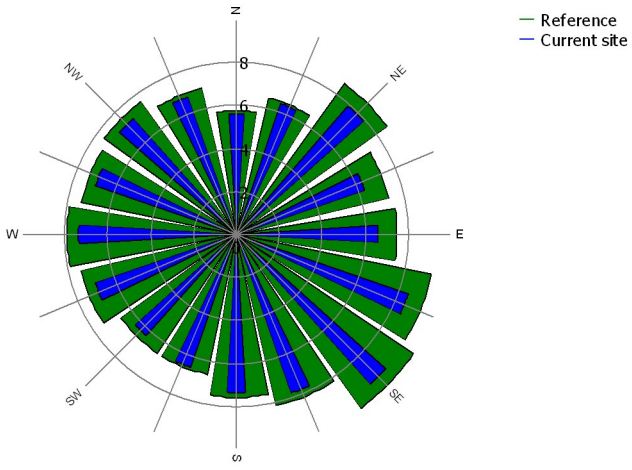
Weibull Distribution



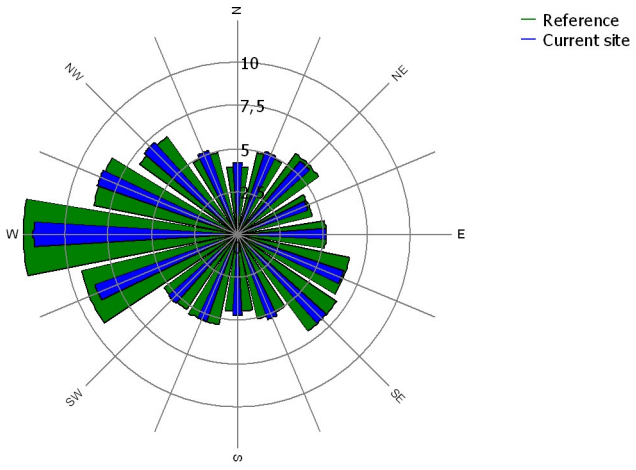
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



PARK - Wind Data Analysis

Calculation: VORTEX-PE Los Morales-7-AEG-NORDEX N175-6.22MW-142m Wind data: B - Archivo de recurso(s); Hub height: 142,0

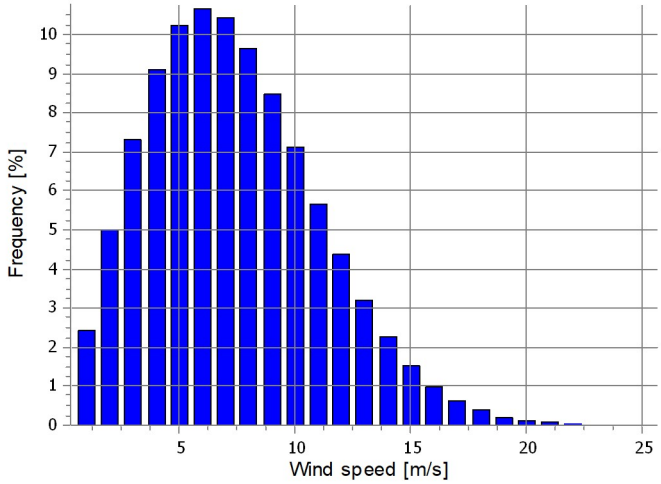
Site coordinates
UTM (north)-WGS84 Zone: 29
East: 744.393 North: 4.066.559
AEG-01

Resource file
\\172.16.0.2\datos\Proyectos\23\14070_Bogaris_ESP_WIND&PV_BEN_31.5MW_Recurso Eolico y Viabilidad de Hibridación Wind+PV\02. ATA\Eolica\Info VORTEX\vortex.WRB.142m\vortex.142.0.16.wrg

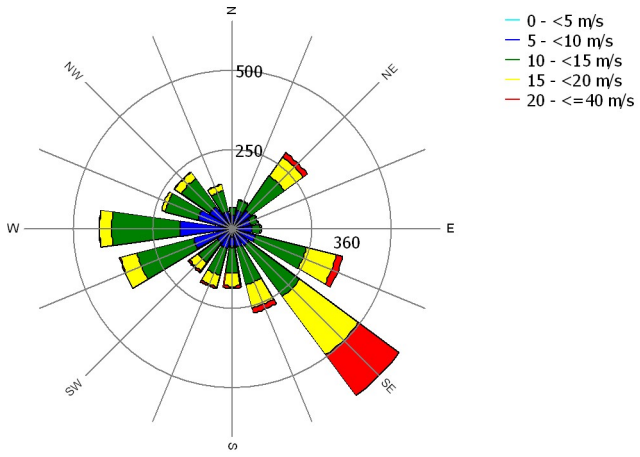
Weibull Data

Sector	A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	6,40	5,67	2,064	3,9
1 NNE	6,60	5,85	2,273	5,3
2 NE	8,88	7,87	2,066	6,2
3 ENE	6,90	6,13	2,589	4,5
4 E	6,88	6,11	2,573	4,9
5 ESE	9,68	8,57	2,256	6,4
6 SE	11,40	10,09	2,101	6,7
7 SSE	9,52	8,43	2,188	5,0
8 S	8,59	7,61	2,120	4,5
9 SSW	7,80	6,92	1,934	5,7
10 SW	7,60	6,74	1,888	5,3
11 WSW	8,48	7,51	2,317	9,9
12 W	8,50	7,55	2,553	12,0
13 WNW	7,90	7,01	2,537	8,2
14 NW	8,20	7,27	2,352	6,7
15 NNW	7,50	6,65	2,020	5,0
All	8,31	7,36	2,101	100,0

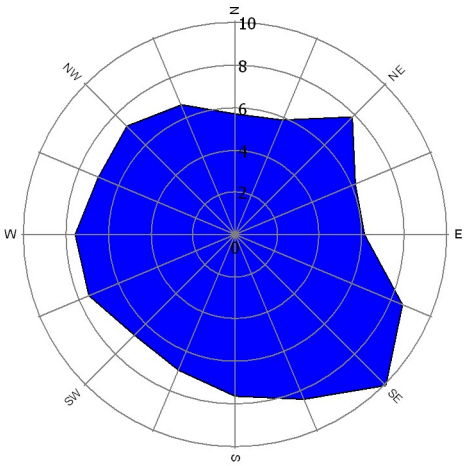
Weibull Distribution



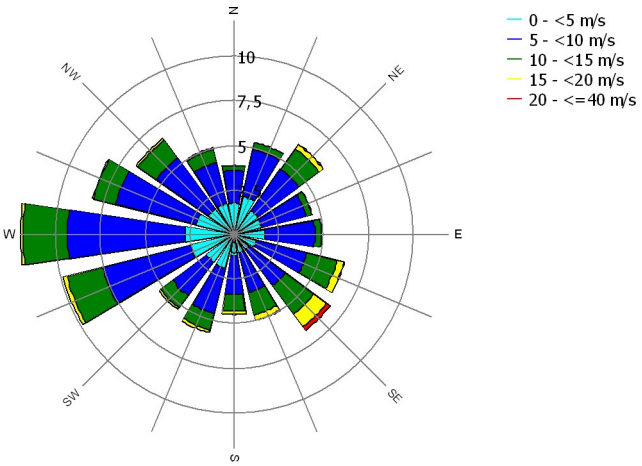
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



PARK - Wind Data Analysis

Calculation: VORTEX-PE Los Morales-7-AEG-NORDEX N175-6.22MW-142m Wind data: B - Archivo de recurso(s); Hub height: 142,0

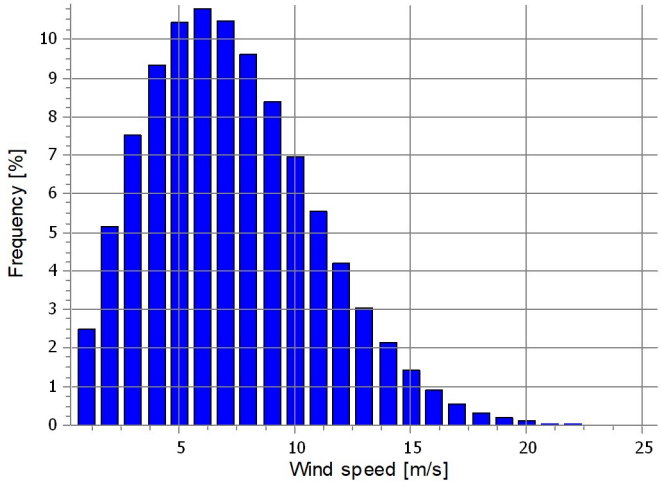
Site coordinates
UTM (north)-WGS84 Zone: 29
East: 744.462 North: 4.066.039
AEG-02

Resource file
\\172.16.0.2\datos\Proyectos\23\14070_Bogaris_ESP_WIND&PV_BEN_31.5MW_Recurso Eolico y Viabilidad de Hibridación Wind+PV\02.ATA\Eolica\Info VORTEX\vortex.WRB.142m\vortex.142.0.16.wrg

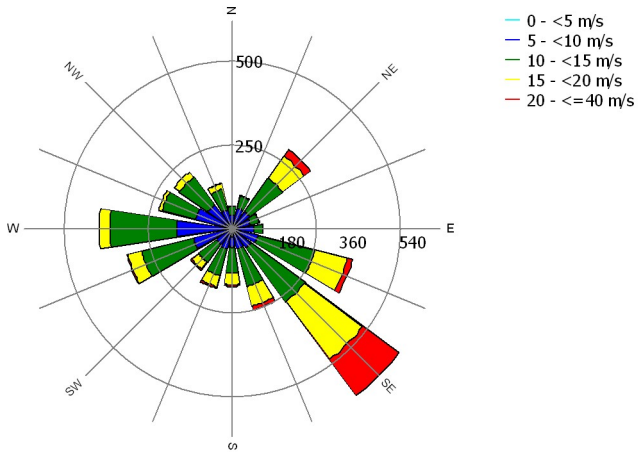
Weibull Data

Sector	A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	6,40	5,67	2,060	3,9
1 NNE	6,80	6,02	2,283	5,3
2 NE	9,00	7,98	1,987	5,7
3 ENE	6,86	6,09	2,446	4,4
4 E	6,90	6,13	2,601	5,0
5 ESE	9,76	8,65	2,334	6,6
6 SE	11,06	9,80	2,090	6,9
7 SSE	9,16	8,11	2,184	5,1
8 S	8,30	7,35	2,076	4,5
9 SSW	7,60	6,74	1,900	5,7
10 SW	7,36	6,54	1,880	5,2
11 WSW	8,20	7,26	2,266	9,5
12 W	8,36	7,42	2,554	12,0
13 WNW	7,76	6,89	2,500	8,4
14 NW	8,10	7,18	2,394	6,7
15 NNW	7,40	6,56	2,046	5,1
All	8,20	7,26	2,099	100,0

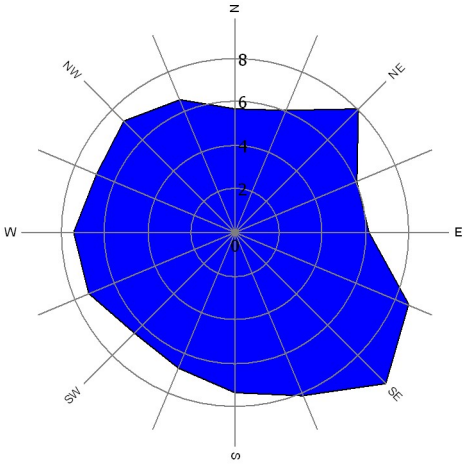
Weibull Distribution



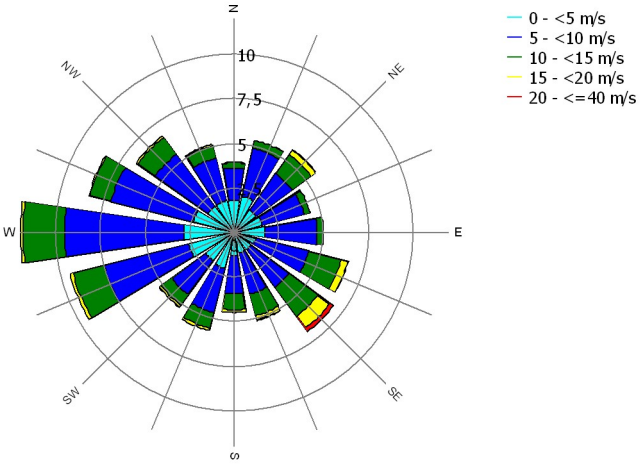
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



PARK - Wind Data Analysis

Calculation: VORTEX-PE Los Morales-7-AEG-NORDEX N175-6.22MW-142m Wind data: B - Archivo de recurso(s); Hub height: 142,0

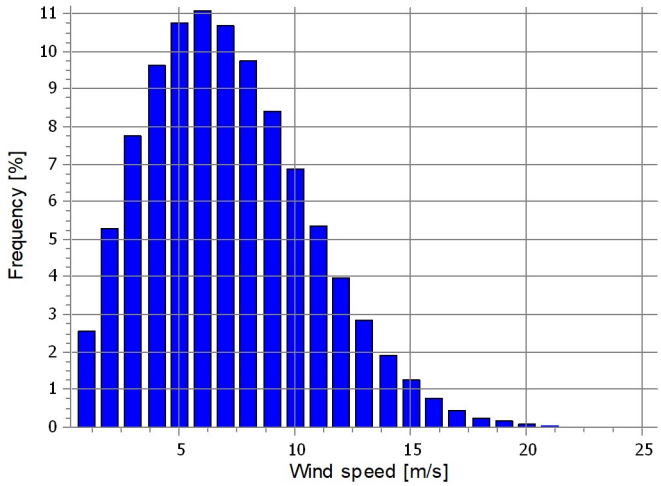
Site coordinates
UTM (north)-WGS84 Zone: 29
East: 743.040 North: 4.066.633
AEG-04

Resource file
\\172.16.0.2\datos\Proyectos\23\14070_Bogaris_ESP_WIND&PV_BEN_31.5MW_Recurso Eolico y Viabilidad de Hibridación Wind+PV\02. ATA\Eolica\Info VORTEX\vortex.WRB.142m\vortex.142.0.16.wrg

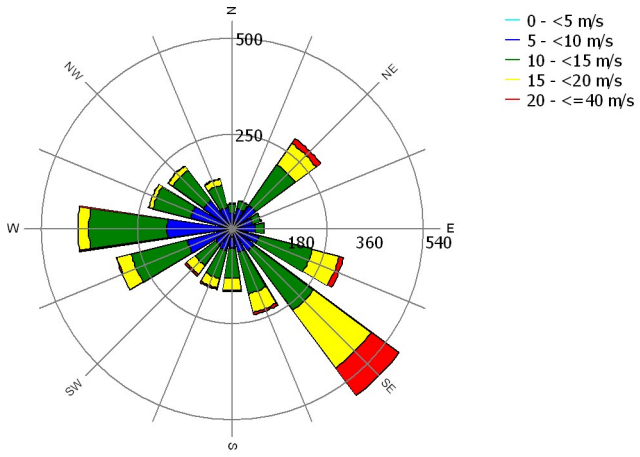
Weibull Data

Sector	A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	6,30	5,58	2,029	3,9
1 NNE	6,40	5,67	2,355	4,8
2 NE	8,60	7,62	2,025	6,6
3 ENE	6,70	5,95	2,500	4,5
4 E	6,80	6,04	2,572	4,8
5 ESE	9,25	8,19	2,237	6,1
6 SE	10,80	9,56	2,156	6,7
7 SSE	8,94	7,92	2,224	5,2
8 S	8,10	7,18	2,025	4,5
9 SSW	7,60	6,74	1,976	5,3
10 SW	7,30	6,49	1,821	5,1
11 WSW	7,95	7,04	2,215	9,9
12 W	8,40	7,46	2,610	12,2
13 WNW	7,70	6,83	2,459	8,5
14 NW	8,05	7,14	2,457	6,8
15 NNW	7,35	6,51	2,020	5,0
All	8,04	7,12	2,116	100,0

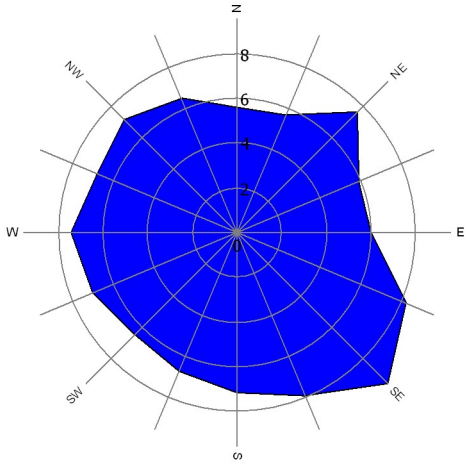
Weibull Distribution



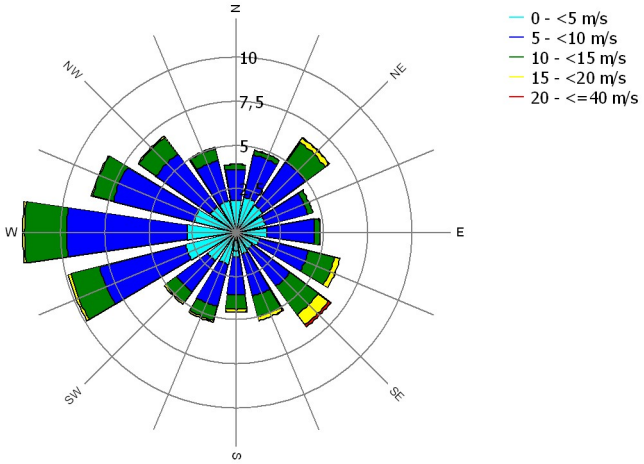
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



Anejo 6: Trazado de viales

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales", LMT de interconexión PE y subestación elevadora 66/30 kV en los TT.MM. de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 18,49 MW
Potencia instalada eólica: 31,50 MW
Capacidad de acceso: 31,50 MW

Promotor**: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Julio 2023

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3

2. TIPOS DE VIALES 4

2.1. DISEÑO DEL VIAL DE ACCESO-CONEXIÓN VIALES EXISTENTES 4
2.2. RED DE VIALES DEL PARQUE 5
2.3. ZONAS DE GIRO 8
2.4. ZONAS DE CRUCE 10

3. TRAZADO EN PLANTA 10

3.1. EJE_ACCESO 10
3.2. EJE_WTG01 10
3.3. EJE_WTG02 11
3.4. EJE_WTG03 11
3.5. EJE_WTG04 13
3.6. EJE_WTG05 13
3.7. EJE_WTG06 14
3.8. EJE_WTG07 14

4. TRAZADO EN ALZADO 15

4.1. EJE_ACCESO 15
4.2. EJE_WTG01 15
4.3. EJE_WTG02 15
4.4. EJE_WTG03 16
4.5. EJE_WTG04 17
4.6. EJE_WTG05 17
4.7. EJE_WTG06 17
4.8. EJE_WTG07 17

1. Introducción

El objetivo del presente documento es definir las características de los viales que componen el parque eólico objeto de proyecto. Este parque sitúa los aerogeneradores en los términos municipales de Jerez de la Frontera y el Puerto de Santa María, provincia de Cádiz, mientras que la evacuación y el resto de las infraestructuras están ubicados en los términos municipales de Jerez de la Frontera, el Puerto de Santa María y Sanlúcar de Barrameda (provincia de Cádiz).

Además del vial de acceso se ha diseñado una red de caminos que conexionan los aerogeneradores, permitiendo de esta manera, en la fase de montaje, el tránsito de los vehículos que transportan los equipos y maquinaria de montaje, y en una segunda fase la explotación y mantenimiento durante la vida útil.

La topografía de la zona delimitada por la poligonal del parque eólico se caracteriza por laderas suaves con pendientes naturales de hasta 18% en algunas zonas de la poligonal, variando la altitud entre los 30 y 70 m, aunque se puede afirmar que las posiciones de los aerogeneradores se encuentran en terrenos donde la orografía se caracteriza por lomas suaves con una pendiente máxima del 13%. Los aerogeneradores están ubicados cada uno de ellos a diferentes altitudes encontrándose el más alto (Aerogenerador 01) a una cota de 70,2 m al norte. En gran medida, habrá que generar nuevos viales y senderos, pero estos serán diseñados de forma que se minimice lo máximo posible los movimientos de tierra generados, la afección al medio e interfiriendo lo mínimo en los cursos naturales del agua evitando desniveles elevados o zonas de retención de agua.

Por otro lado, para optimizar la distribución de los aerogeneradores, se aprovechará todo lo posible los factores del relieve local, como son el trazado de los viales internos del parque por las cuerdas y divisorias de aguas. Esto incluirá priorizar la adecuación de viales existentes frente a la creación de nuevos trazados para generar el menor movimiento de tierras posible.

Todo ello irá enmarcado en el cumplimiento de las restricciones y tolerancias marcadas por el fabricante para este tipo de infraestructuras. En concreto, las condiciones ideales para los vehículos de transporte de aerogeneradores son pendientes de hasta un 8% en línea recta en sentido de la marcha y en buenas condiciones climáticas y de condiciones del firme. Excepcionalmente puede llegarse al 14% pero teniendo en cuenta que pendientes superiores a 8% pueden requerir de un vehículo extra de remolque o empuje, y que pendientes superiores a 10% requieren de sobreanchos en curvas y hormigonar la superficie para conseguir una óptima adherencia y tracción.

Se debe tener especial cuidado de minimizar las irregularidades de los viales para que no haya saltos bruscos a lo largo de los vehículos y evitar que se dañe el material transportado o el propio vehículo de transporte. El desnivel máximo de irregularidades en la superficie es de 30 cm.

En los próximos apartados se describen más detalladamente los condicionantes de trazado.

2. Tipos de viales

2.1. Diseño del vial de acceso-conexión viales existentes

El parque eólico contará con un acceso que se realizará a través de la carretera A-2078, la cual se encuentra actualmente en buen estado de conservación, concretamente en el P.K. 6,255. Para facilitar el paso y giro de la maquinaria y camiones implicados en la obra, el entronque de dicho vial con la carretera deberá ser actualizado, dicha reforma se realizará de acuerdo a la normativa vigente.

La carretera tiene un ancho aproximado de 7 m con firme en buen estado. A continuación, se muestra una imagen del punto de conexión previsto de vial de acceso con la carretera A-2078, aunque se puede observar con mayor detalle en los planos.

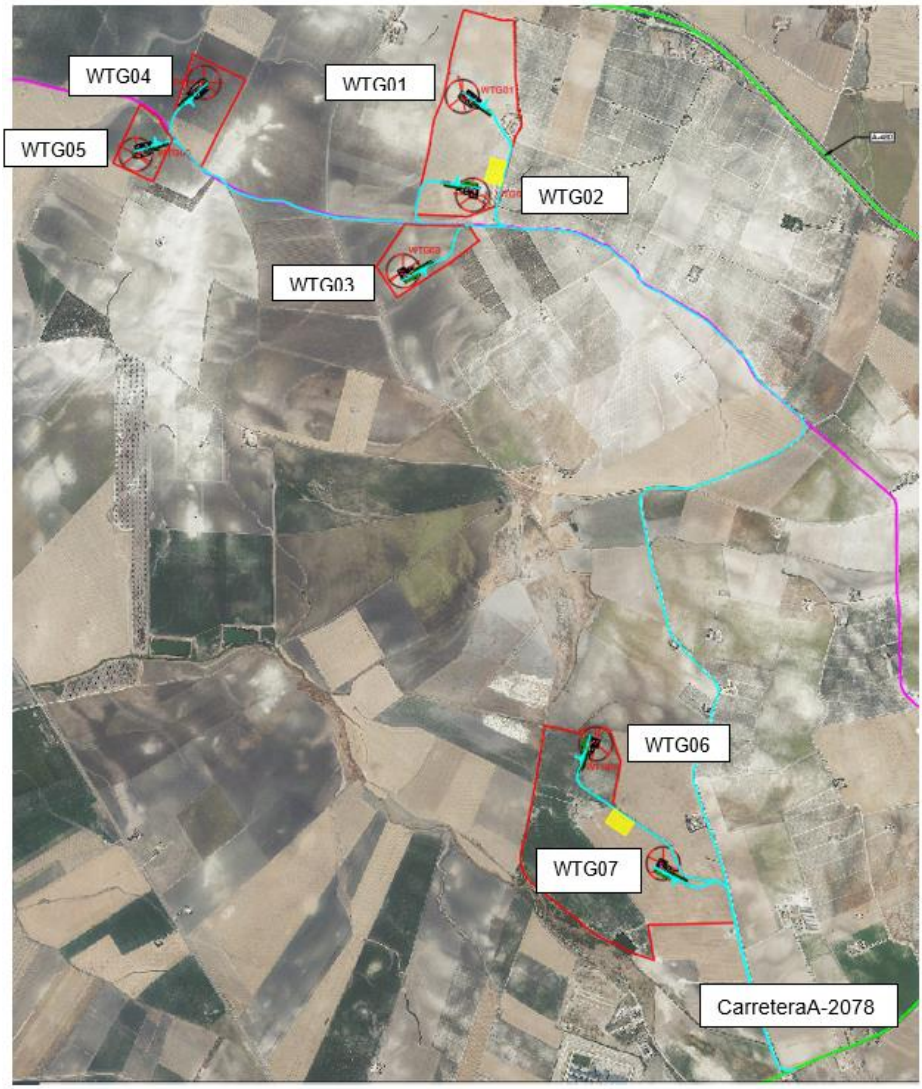




Ilustración 1. Punto de acceso al parque desde la A-2078

La intersección con la carretera de acceso se realizará como una plataforma al mismo nivel con radio de giro de 70m que permita la entrada al parque desde un sentido de circulación, así como un giro libre de obstáculos estando todo el enlace al mismo nivel.

Se parte de la situación ideal de aprovechar en la medida de lo posible los caminos existentes en el entorno del parque, tratando de minimizar las afecciones por apertura de accesos, así como expropiaciones. Si hay carreteras de hormigón o asfalto público / privado existentes con un ancho de conducción inferior a 5 m deben deberán ensancharse. La ampliación de las carreteras es necesaria por motivos de seguridad para reducir el riesgo de rotura de los bordes de la carretera, ya que se deben utilizar vehículos y grúas con un ancho de vía de 3 m y un peso total máximo de 145 t para garantizar la entrega y montaje del aerogenerador. La siguiente imagen muestra la manera de ampliar un vial existente.

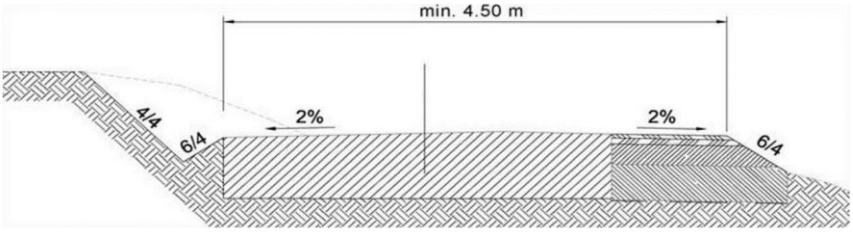


Ilustración 2. Ejemplo de ampliación de vial existente.

2.2. Red de viales del parque

El objetivo general de la red de viales es dar accesibilidad a los aerogeneradores para su instalación, operación y mantenimiento. Dado el tamaño de los componentes de los aerogeneradores, los caminos deben cumplir unos requisitos suficientes para el transporte de estos. En su diseño se ha tratado de minimizar las posibles afecciones a los terrenos por los que discurren. Para ello se maximiza la utilización de los caminos existentes en la zona, definiendo nuevos trazados únicamente en los casos imprescindibles de forma que se respete la rasante del terreno natural, siempre atendiendo al criterio de menor afección al medio.

El proyecto contempla la adecuación de los caminos existentes que no alcancen los mínimos necesarios para la circulación de vehículos de montaje y mantenimiento de los

aerogeneradores y la construcción de nuevos caminos necesarios. La explanación del camino y las plataformas, constituyen las únicas zonas del terreno que pueden ser ocupadas, debiendo permanecer el resto del territorio en su estado natural, por lo que éste no podrá ser usado, bajo ningún concepto, para circular o estacionar vehículos, o para acopiar materiales.

Las dimensiones de los viales, según requerimientos del transporte e indicaciones del tecnólogo y del fabricante en el montaje de los aerogeneradores elegidos para instalar en este parque, serán de 4,5 m útiles en rectas.

En lo relacionado con los giros y curvas, las dimensiones de los viales, según requerimientos del transporte e indicaciones del tecnólogo y del fabricante en el montaje de los aerogeneradores elegidos para instalar en este parque, serán de mínimo 6 m en curvas superiores a 10º, y de 9 m en giros de 90º. El radio de curvatura de los tramos en curva será como mínimo de 70 m debido a que el área de la curva interior de los vehículos proviene de una diagonal de 63 m, entre la cabeza tractora y el último eje del vehículo, y a que fuera del área de la curva hay que dejar un sobreancho libre desde el borde de la carretera de 6-9 m. En caso de que el radio de curvatura sea inferior, se definirán sobreanchos hasta alcanzar la dimensión pertinente en función de las características de la curva en cuestión.

Las áreas de entrada y salida de las curvas también deben contener una sección en forma de cuña de 5 m de largo para curvas menores de 90º, y de 34 m para curvas superiores. Los obstáculos en el exterior de las curvas no deben superar los 1,5 m por encima del nivel de la carretera, mientras que aquellos en la zona interior de las mismas no deben superar los 0,30 m por encima del nivel de la carretera, para lo cual se han establecido bermas de despeje.

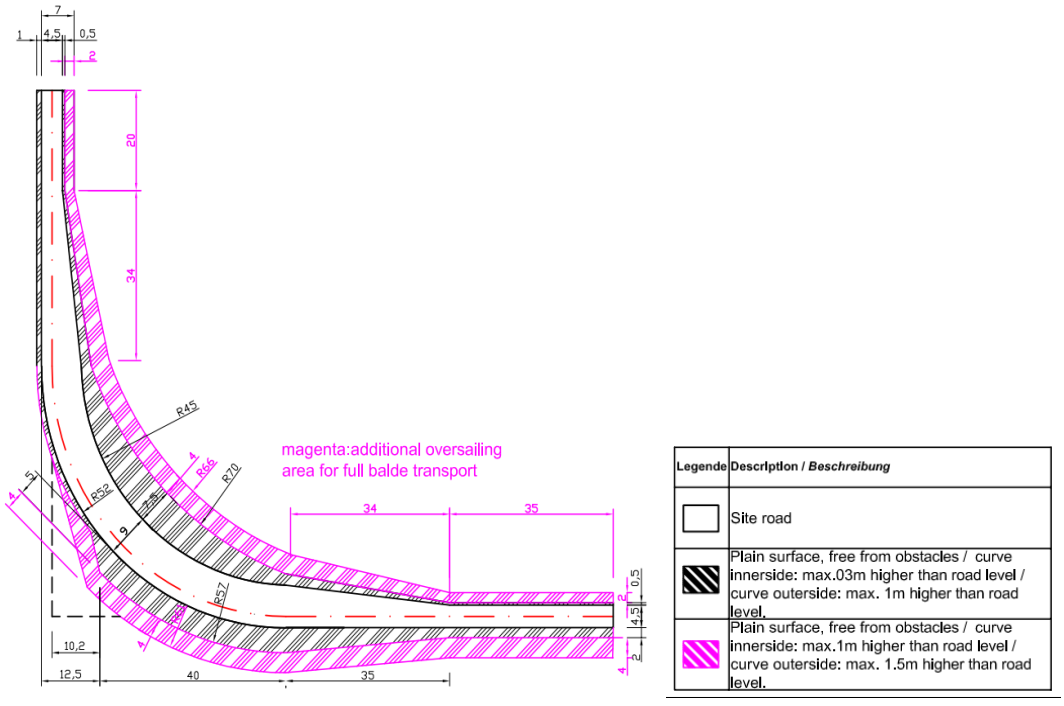


Ilustración 3. Dimensiones del vial en giros de 90º.

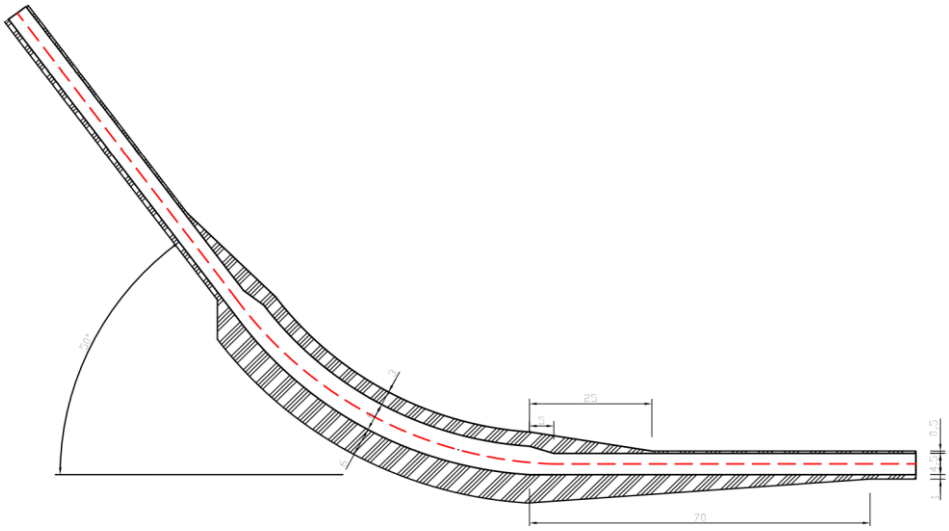


Ilustración 4. Dimensiones del vial en giros de entre 10 y 90º.

En cuanto a acuerdos verticales, el radio vertical mínimo es de 600 m para tramos rectos en planta, y de 700 m en tramos curvos, tanto para acuerdos verticales como convexos. Se debe tener especial cuidado de minimizar las irregularidades de los viales para que no haya saltos bruscos a lo largo de los vehículos y evitar que se dañe el material transportado o el propio vehículo de transporte. El desnivel máximo de irregularidades en la superficie es de 30 cm, y en rectas de 30 m, el desnivel máximo debe ser menor de 28 cm de acuerdo con la siguiente imagen.

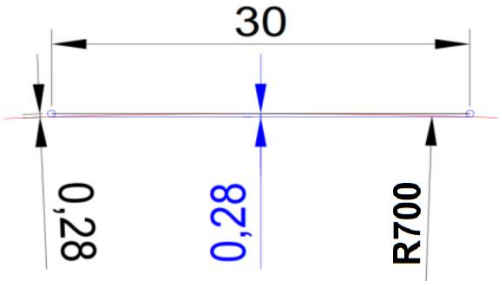


Ilustración 5. Tolerancia irregularidades del suelo.

El talud de desmonte se proyecta 1:1 (H:V) y el talud de terraplén que se contempla en este proyecto es 3H:2V, y con aristas redondeadas de radio 2 m.

Las alineaciones de cada uno de los viales del parque y los perfiles longitudinales de los mismos pueden apreciarse en los planos “2.3 Planta y perfil”.

En la siguiente imagen se muestran cada uno de los viales diseñados para este parque eólico.

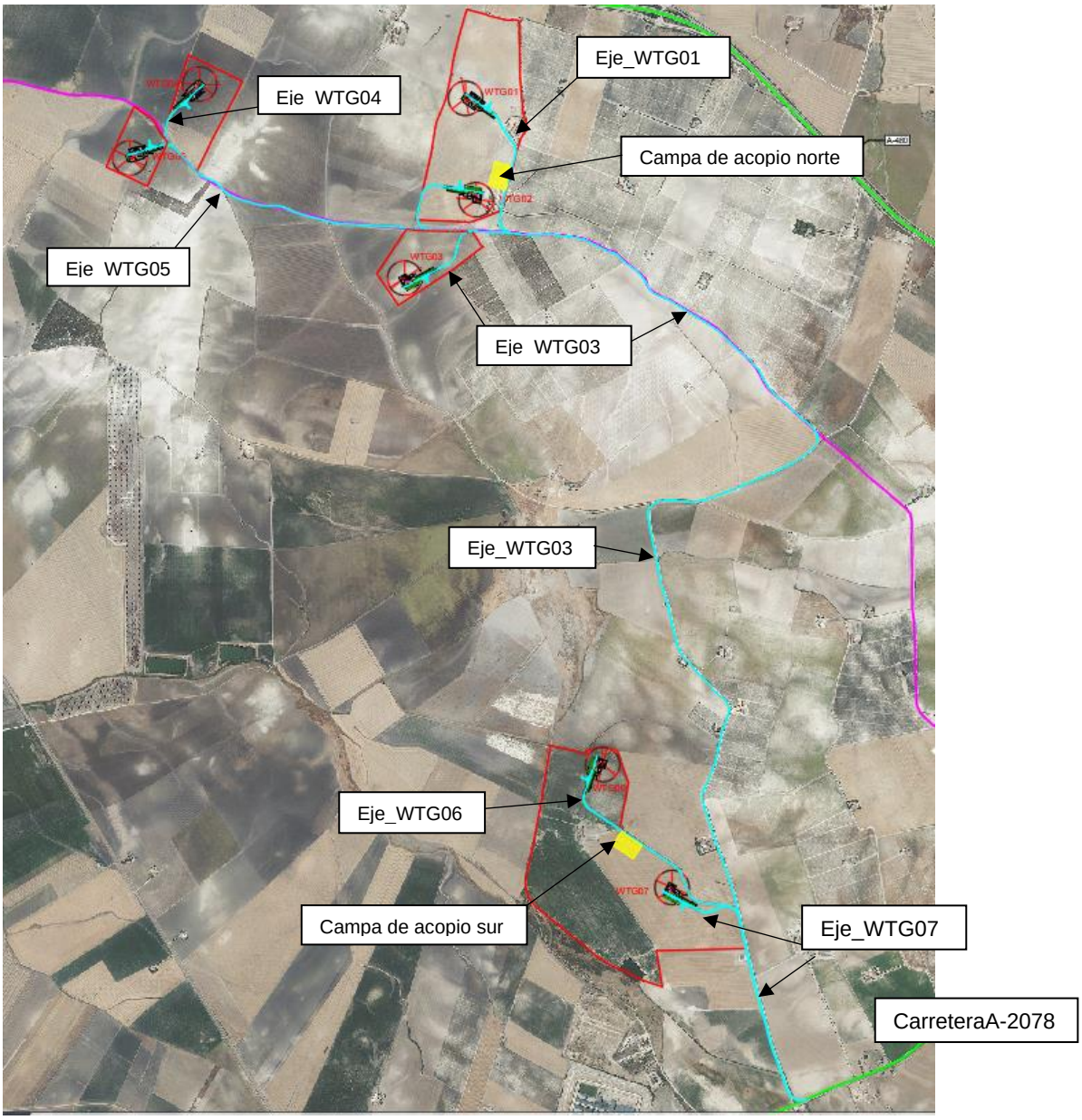


Ilustración 6. Red de viales del parque eólico.

2.3. Zonas de giro

Se denominan zonas de giro a aquellas maniobras diseñadas para cambiar el sentido de la marcha de los vehículos que acceden al parque, principalmente los camiones que llevan las palas de los aerogeneradores.

Por ello se han diseñado 1 tipo de zona de giro que es:

- Maniobra de movimiento con pala descargada: en la que una vez descargada la pala y recogida la extensión del camión de transporte requiere menor superficie y menores radios de giro.

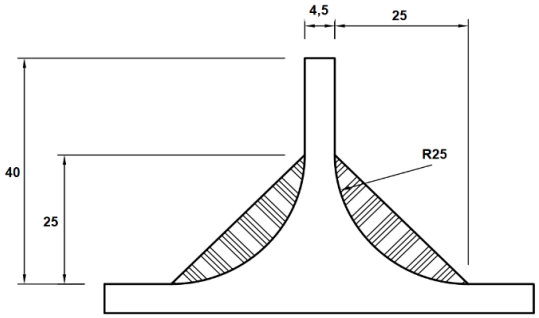


Ilustración 7. Maniobra con pala descargada.

A continuación, se muestra una imagen de las distintas zonas de giro que se han diseñado para este parque y las alineaciones de cada una de estas zonas y sus perfiles longitudinales apreciarse en los planos.

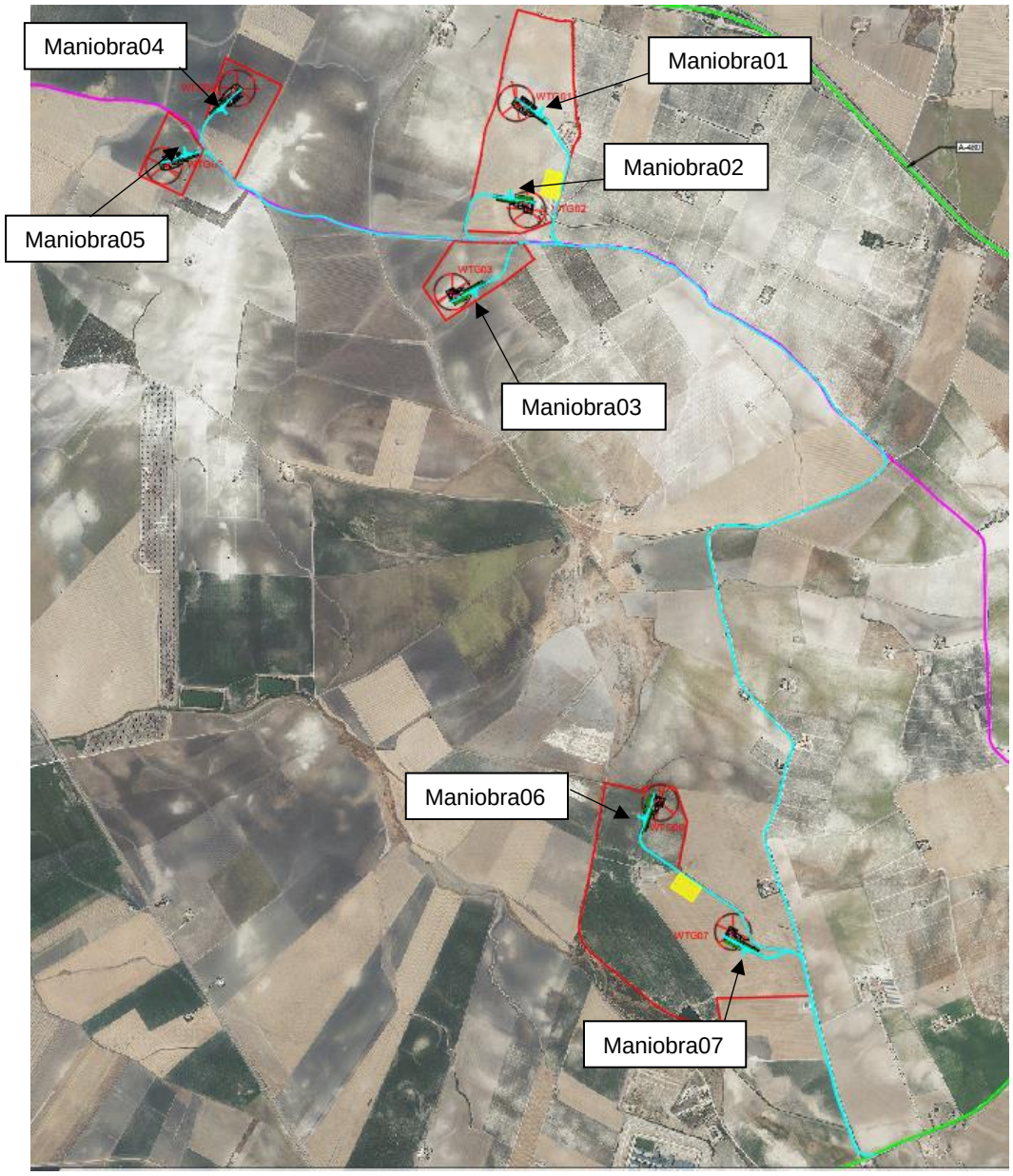


Ilustración 8. Zonas de giro.

2.4. Zonas de cruce

Se disponen 2 tipos de zonas de cruces.

- Intersecciones en enlace: enlazando dos ejes de viales.
- Intersecciones en T: se realizan para realizar las maniobras de cambios de dirección del vehículo de transporte, tanto si va cargado (radio de 70m de giro) como descargado (radio de 25 m) asegurando que haya espacio suficiente libre de obstáculos a los lados de la intersección.

3. Trazado en planta

En este apartado procederemos a mostrar las diferentes alineaciones en planta que constituyen cada uno de los ejes que se han diseñado para el presente parque eólico. Para ello se incluirán una serie de tablas que muestren los parámetros de cada uno de estos viales.

Todas estas alineaciones están representadas en los planos.

3.1. Eje_Acceso

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parámetro	Longitud
Cur	0	746130.3	4061460	273.0848	70	0	115.574
Rec	115.574	746035.7	4061501	378.1942	0	0	14.426
	130	746030.8	4061514	378.1942			

3.2. Eje_WTG01

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Cur	0	744625.1	4065875	310.3879	70	0	117.189
Rec	117.189	744569	4065962	16.96668	0	0	14.289
Cur	131.478	744572.8	4065976	16.96668	-70	0	6.306
Rec	137.784	744574.1	4065982	11.23197	0	0	36.298
Cur	174.082	744580.5	4066018	11.23197	70	0	5.959
Rec	180.042	744581.8	4066024	16.65158	0	0	257.292
Cur	437.334	744648.3	4066272	16.65158	-70	0	61.059
Rec	498.393	744638.1	4066330	361.1207	0	0	98.893
Cur	597.286	744581.4	4066411	361.1207	70	0	15.34
Rec	612.626	744574	4066425	375.0717	0	0	25.277
Cur	637.903	744564.4	4066448	375.0717	-70	0	28.879
Cur	666.782	744548.2	4066472	348.8077	-70	0	10.966
Rec	677.748	744539.8	4066479	338.8348	0	0	181.091
	858.838	744391.3	4066582	338.834763			

3.3. Eje_WTG02

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Rec	0	744432.6	4065883	304.6478	0	0	15.689
Cur	15.689	744416.9	4065884	304.6478	-70	0	5.279
Rec	20.967	744411.7	4065884	299.847	0	0	46.449
Cur	67.416	744365.2	4065884	299.847	70	0	3.71
Rec	71.126	744361.5	4065884	303.2215	0	0	60.952
Cur	132.078	744300.6	4065887	303.2215	-70	0	3.058
Rec	135.137	744297.6	4065887	300.4403	0	0	82.099
Cur	217.236	744215.5	4065888	300.4403	70	0	126.176
Rec	343.412	744147.9	4065974	15.192	0	0	91.809
Cur	435.221	744169.6	4066064	15.192	70	0	104.876
Rec	540.097	744249.2	4066116	110.5723	0	0	33.119
Rec	573.217	744281.9	4066111	110.5723	0	0	206.759
	779.976	744485.8	4066076	110.5723			

3.4. Eje_WTG03

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Rec	0	745787	4062390	386.1992	0	0	67.981
Cur	67.981	745772.4	4062456	386.1992	-160	0	7.672
Rec	75.653	745770.6	4062464	383.1466	0	0	73.82
Cur	149.473	745751.2	4062535	383.1466	-70	0	4.672
Rec	154.145	745749.9	4062540	378.8977	0	0	126.828
Cur	280.973	745708.6	4062659	378.8977	-70	0	1.342
Rec	282.315	745708.1	4062661	377.6769	0	0	119.785
Cur	402.1	745667	4062773	377.6769	70	0	2.645
Rec	404.745	745666.1	4062776	380.0822	0	0	78.425
Cur	483.17	745642	4062850	380.0822	-70	0	1.794
Rec	484.964	745641.4	4062852	378.4506	0	0	64.303
Cur	549.267	745620.1	4062913	378.4506	160	0	13.831
Rec	563.098	745616	4062926	383.9538	0	0	50.765
Cur	613.863	745603.4	4062975	383.9538	100	0	69.283
Rec	683.146	745609.8	4063043	28.06068	0	0	62.359
Cur	745.504	745636.4	4063099	28.06068	-70	0	5.591
Rec	751.096	745638.6	4063104	22.97555	0	0	76.047
Cur	827.143	745665.4	4063175	22.97555	-70	0	10.272
Rec	837.415	745668.3	4063185	13.63325	0	0	118.883
Cur	956.298	745693.6	4063301	13.63325	240	0	25.439
Rec	981.737	745700.3	4063326	20.38106	0	0	100.283
Cur	1082.019	745731.9	4063421	20.38106	-70	0	79.887
Rec	1161.907	745713.1	4063494	347.7269	0	0	53.765
Cur	1215.672	745673.8	4063531	347.7269	70	0	4.247
Rec	1219.919	745670.8	4063534	351.5896	0	0	107.233
Cur	1327.153	745596.8	4063612	351.5896	70	0	2.044
Rec	1329.196	745595.5	4063613	353.4481	0	0	137.623
Cur	1466.819	745503.6	4063716	353.4481	140	0	67.762
Rec	1534.581	745472	4063775	384.2616	0	0	120.97
Cur	1655.551	745442.4	4063892	384.2616	250	0	16.183
Rec	1671.734	745439	4063908	388.3825	0	0	53.36
Cur	1725.094	745429.3	4063960	388.3825	-300	0	52.694
Rec	1777.788	745415.2	4064011	377.2006	0	0	49.61
Cur	1827.398	745397.8	4064058	377.2006	300	0	59.216

Rec	1886.614	745382.7	4064115	389.7666	0	0	87.665
Cur	1974.279	745368.6	4064201	389.7666	-70	0	3.371
Rec	1977.65	745368	4064205	386.7009	0	0	152.581
Cur	2130.231	745336.4	4064354	386.7009	70	0	2.365
Rec	2132.596	745335.9	4064356	388.8518	0	0	71.138
Cur	2203.734	745323.5	4064426	388.8518	70	0	116.082
Rec	2319.816	745386.3	4064508	94.42357	0	0	37.469
Cur	2357.285	745423.7	4064511	94.42357	70	0	9.746
Rec	2367.031	745433.4	4064512	103.2869	0	0	52.924
Cur	2419.955	745486.3	4064509	103.2869	70	0	6.31
Rec	2426.265	745492.5	4064508	109.0253	0	0	39.082
Cur	2465.347	745531.2	4064503	109.0253	-70	0	22.139
Rec	2487.486	745553.3	4064503	88.89113	0	0	54.666
Cur	2542.152	745607.1	4064513	88.89113	-70	0	12.48
Rec	2554.632	745619.1	4064516	77.54126	0	0	113.075
Cur	2667.707	745725.3	4064555	77.54126	-70	0	2.821
Rec	2670.528	745727.9	4064556	74.97583	0	0	119.099
Cur	2789.626	745837.9	4064602	74.97583	-70	0	1.002
Rec	2790.628	745838.8	4064602	74.0645	0	0	90.219
Cur	2880.847	745921.7	4064638	74.0645	70	0	0.997
Rec	2881.844	745922.6	4064638	74.97081	0	0	70.944
Cur	2952.788	745988.1	4064665	74.97081	-70	0	6.02
Rec	2958.807	745993.6	4064668	69.49612	0	0	103.649
Cur	3062.457	746085.5	4064716	69.49612	-70	0	12.858
Rec	3075.315	746096.3	4064723	57.80236	0	0	61.788
Cur	3137.103	746145	4064761	57.80236	-70	0	5.452
Rec	3142.555	746149.2	4064764	52.84395	0	0	18.773
Cur	3161.328	746163.1	4064777	52.84395	-70	0	117.359
Rec	3278.687	746162.2	4064881	346.1112	0	0	264.35
Cur	3543.037	745964.2	4065056	346.1112	200	0	73.419
Rec	3616.456	745919.3	4065114	369.4813	0	0	60.467
Cur	3676.924	745891.4	4065167	369.4813	-70	0	17.185
Rec	3694.109	745881.7	4065181	353.8521	0	0	57.927
Cur	3752.036	745843.3	4065225	353.8521	-70	0	10.773
Rec	3762.809	745835.5	4065232	344.0548	0	0	59.611
Cur	3822.42	745789.6	4065270	344.0548	70	0	4.264
Rec	3826.684	745786.4	4065273	347.9329	0	0	64.414
Cur	3891.099	745739.4	4065317	347.9329	70	0	2.907
Rec	3894.006	745737.4	4065319	350.5771	0	0	56.278
Cur	3950.284	745697.9	4065359	350.5771	-150	0	28.47
Rec	3978.755	745676.2	4065378	338.494	0	0	65.518
Cur	4044.272	745622.3	4065415	338.494	-150	0	10.218
Rec	4054.49	745613.7	4065420	334.1573	0	0	117.27
Cur	4171.76	745512.9	4065480	334.1573	150	0	5.197
Rec	4176.957	745508.5	4065483	336.3632	0	0	76.036
Cur	4252.993	745444.5	4065524	336.3632	-70	0	11.103
Rec	4264.096	745434.7	4065529	326.2658	0	0	75.942
Cur	4340.038	745365.2	4065560	326.2658	70	0	40.807
Rec	4380.845	745334.5	4065586	363.378	0	0	69.309
Cur	4450.154	745296.8	4065644	363.378	-70	0	12.81
Rec	4462.964	745288.9	4065654	351.728	0	0	34.814
Cur	4497.778	745264.9	4065679	351.728	-70	0	12.079
Rec	4509.857	745255.9	4065687	340.7429	0	0	68.666
Cur	4578.523	745200.8	4065728	340.7429	70	0	12.087
Rec	4590.61	745191.8	4065736	351.7357	0	0	25.003
Cur	4615.613	745174.6	4065755	351.7357	-70	0	36.186

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

Rec	4651.8	745144.2	4065773	318.8257	0	0	24.87
Cur	4676.67	745120.4	4065781	318.8257	70	0	12.325
Rec	4688.995	745109	4065785	330.0347	0	0	113.36
Cur	4802.355	745008	4065837	330.0347	-70	0	19.018
Rec	4821.373	744990.1	4065843	312.739	0	0	44.85
Cur	4866.223	744946.2	4065852	312.739	-70	0	5.678
Rec	4871.901	744940.6	4065853	307.5754	0	0	119.811
Cur	4991.711	744821.6	4065867	307.5754	-70	0	15.234
Rec	5006.946	744806.4	4065867	293.7203	0	0	51.384
Cur	5058.33	744755.3	4065862	293.7203	70	0	12.375
Rec	5070.704	744742.9	4065862	304.9747	0	0	76.18
Cur	5146.885	744666.9	4065868	304.9747	70	0	5.952
Rec	5152.837	744661	4065869	310.3879	0	0	54.503
Cur	5207.34	744607.3	4065877	310.3879	-70	0	12.774
Rec	5220.113	744594.5	4065878	298.7709	0	0	77.308
Cur	5297.422	744517.2	4065877	298.7709	70	0	6.462
Rec	5303.884	744510.8	4065877	304.6478	0	0	78.411
Cur	5382.295	744432.6	4065883	304.6478	-70	0	97.027
Rec	5479.322	744359.8	4065831	216.4059	0	0	73.617
Cur	5552.938	744341	4065760	216.4059	70	0	63.037
Rec	5615.976	744301.4	4065713	273.7357	0	0	29.236
Cur	5645.212	744274.6	4065702	273.7357	-70	0	5.615
Rec	5650.826	744269.6	4065699	268.6293	0	0	15.305
Rec	5666.131	744256.1	4065692	268.6029	0	0	206.771
	5872.902	744073.9	4065594	268.6029			

3.5. Eje_WTG04

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Rec	0	742914.5	4066302	353.2043	0	0	6.698
Cur	6.698	742910	4066307	352.3662	70	0	2.634
Rec	9.332	742908.2	4066309	354.762	0	0	36.314
Rec	45.646	742884.6	4066336	358.7013	0	0	12.394
Cur	58.04	742877.1	4066346	358.7013	70	0	67.951
Rec	125.991	742866.4	4066411	20.49979	0	0	45.089
Cur	171.08	742880.7	4066454	20.49979	70	0	35.962
Rec	207.043	742900.2	4066483	53.20602	0	0	27.099
Rec	234.141	742920.3	4066501	53.20602	0	0	191.995
	426.137	743062.7	4066630	53.20602			

3.6. Eje_WTG05

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Rec	0	744215.5	4065888	300.4403	0	0	49.046
Cur	49.046	744166.4	4065888	300.4403	70	0	10.236
Rec	59.282	744156.2	4065889	309.7496	0	0	85.58
Cur	144.861	744071.7	4065902	309.7496	-70	0	6.125
Rec	150.987	744065.6	4065903	304.1788	0	0	247.472
Cur	398.459	743818.6	4065919	304.1788	-70	0	2.439
Rec	400.898	743816.2	4065919	301.9605	0	0	65.069
Cur	465.967	743751.2	4065921	301.9605	70	0	14.977

Rec	480.945	743736.4	4065923	315.5817	0	0	144.084
Cur	625.029	743596.6	4065958	315.5817	70	0	3.686
Rec	628.715	743593	4065959	318.9338	0	0	64.246
Cur	692.961	743531.6	4065978	318.9338	70	0	8.333
Rec	701.294	743523.8	4065981	326.5124	0	0	60.504
Cur	761.798	743468.4	4066005	326.5124	-70	0	26.39
Rec	788.188	743442.9	4066011	302.5118	0	0	75.806
Cur	863.994	743367.1	4066014	302.5118	120	0	28.248
Rec	892.242	743339.3	4066019	317.4976	0	0	76.78
Cur	969.022	743265.4	4066039	317.4976	70	0	4.48
Rec	973.501	743261.1	4066041	321.5716	0	0	39.362
Cur	1012.863	743224	4066054	321.5716	70	0	7.842
Rec	1020.705	743216.8	4066057	328.7037	0	0	34.491
Cur	1055.196	743185.7	4066072	328.7037	70	0	28.322
Rec	1083.518	743163.4	4066089	354.4612	0	0	40.39
Cur	1123.908	743136.9	4066119	354.4612	-70	0	34.831
Rec	1158.739	743108.6	4066139	322.7837	0	0	42.161
Cur	1200.9	743069.1	4066154	322.7837	70	0	20.126
Rec	1221.025	743051.5	4066164	341.0872	0	0	27.714
Cur	1248.739	743029.4	4066180	341.0872	70	0	12.288
Rec	1261.027	743020.3	4066188	352.2627	0	0	155.191
Cur	1416.218	742914.5	4066302	352.2627	-70	0	71.644
Cur	1487.861	742849.2	4066323	287.106	-70	0	6.239
Rec	1494.1	742843.1	4066321	281.4324	0	0	185.771
	1679.871	742665.2	4066268	281.4324			

3.7. Eje_WTG06

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Rec	0	745729	4062444	309.4603	0	0	145.483
Cur	145.483	745585.1	4062466	309.4602	70	0	73.932
Rec	219.415	745530.1	4062510	376.698	0	0	108.071
Cur	327.486	745491.4	4062611	376.698	-70	0	43.063
Rec	370.549	745465	4062644	337.534	0	0	527.236
Cur	897.785	745026.8	4062937	337.534	70	0	86.8
Cur	984.585	744998	4063013	16.47484	70	0	5.259
Rec	989.845	744999.6	4063018	21.25808	0	0	201.494
	1191.339	745065.6	4063209	21.25808			

3.8. Eje_WTG07

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Rec	0	746030.8	4061514	378.1942	0	0	123.335
Cur	123.335	745989.4	4061630	378.1942	-70	0	1.445
Rec	124.78	745988.9	4061632	376.8802	0	0	84.84
Cur	209.62	745958.8	4061711	376.8802	70	0	4.797
Rec	214.417	745957.2	4061716	381.2426	0	0	48.473
Cur	262.89	745943.2	4061762	381.2426	70	0	3.097
Rec	265.987	745942.3	4061765	384.0593	0	0	107.671
Cur	373.658	745915.6	4061869	384.0593	-70	0	1.386

Rec	375.044	745915.3	4061871	382.799	0	0	201.515
Cur	576.559	745861.5	4062065	382.799	160	0	5.814
Rec	582.374	745860	4062071	385.1125	0	0	153.198
Cur	735.572	745824.5	4062220	385.1125	70	0	1.195
Rec	736.767	745824.3	4062221	386.1992	0	0	173.455
Cur	910.222	745787	4062390	386.1992	-70	0	128.606
Rec	1038.829	745686.1	4062437	269.2372	0	0	35.85
Cur	1074.679	745654.3	4062420	269.2372	70	0	67.268
Rec	1141.947	745589.6	4062420	330.4148	0	0	215.058
	1357.005	745398.7	4062519	330.4148			

4. Trazado en alzado

En el siguiente punto se procederá a mostrar los diferentes acuerdos verticales que constituyen cada uno de los ejes que se han diseñado para el presente parque eólico. En las tablas que se adjuntan a continuación aparecen los parámetros para cada eje.

Todos los acuerdos verticales diseñados están representados en los planos.

4.1. Eje_Acceso

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0	45.218	0	0	0	-0.0057
10.868	45.156	0	0	0	-0.01671
17.991	45.037	0	0	0	-0.02606
38.125	44.512	800	6.548	0.027	-0.00969
130	43.622	0	0	0	
0	45.218	0	0	0	-0.0057

4.2. Eje_WTG01

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0	60.833	0	0	0	-0.06437
22.742	59.369	800	6.153	0.024	-0.04899
82.824	56.425	800	4.382	0.012	-0.03804
145.408	54.045	800	33.851	0.716	0.046591
218.623	57.456	800	9.383	0.055	0.070048
294.857	62.796	800	9.915	0.061	0.045262
368.773	66.142	800	17.157	0.184	0.088155
460.859	74.26	800	19.011	0.226	0.040628
551.211	77.93	800	49.865	1.554	-0.08403
643.201	70.2	800	33.614	0.706	0
858.838	70.2	0	0	0	

4.3. Eje_WTG02

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0	46.14	0	0	0	-0.04904

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
49.039	43.735	800	8.362	0.044	-0.02813
214.874	39.069	800	4.695	0.014	-0.0164
329.205	37.195	800	13.467	0.113	0.017269
410.503	38.599	800	3.235	0.007	0.025356
488.187	40.568	800	21.55	0.29	0.07923
544.12	45	800	31.692	0.628	0
779.976	45	0	0	0	

4.4. Eje_WTG03

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0	47.536	0	0	0	0.01768097
69.297	48.761	800	8.353	0.044	-0.0032023
235.567	48.229	800	8.226	0.042	0.01736291
339.981	50.042	800	5.261	0.017	0.00421063
443.117	50.476	800	2.893	0.005	0.01144351
613.902	52.43	800	7.772	0.038	-0.0079855
713.331	51.636	800	4.553	0.013	-0.0193668
788.075	50.189	800	7.75	0.038	0.00000739
927.266	50.19	800	8.854	0.049	0.0221419
1087.604	53.74	800	25.783	0.415	-0.0423149
1212.468	48.456	800	8.526	0.045	-0.0210004
1312.416	46.358	800	8.179	0.042	-0.0005533
1456.33	46.278	800	12.741	0.101	-0.0324069
1830.688	34.146	800	8.706	0.047	-0.0106417
1990.944	32.441	800	4.497	0.013	0.00060139
2109.288	32.512	800	4.193	0.011	-0.0098801
2241.624	31.204	800	6.987	0.031	0.00758821
2526.64	33.367	800	2.643	0.004	0.00098014
2606.274	33.445	800	4.487	0.013	0.01219794
2730.549	34.961	800	4.361	0.012	0.00129439
2864.168	35.134	800	3.303	0.007	0.00955283
3030.14	36.72	800	3.095	0.006	0.00181588
3095.407	36.838	800	2.709	0.005	0.00858804
3421.595	39.639	800	5.009	0.016	0.02110959
3539.233	42.123	800	15.955	0.159	0.06099792
3757.819	55.456	800	8.088	0.041	0.0407773
3896.626	61.116	800	5.081	0.016	0.028075
4092.658	66.62	800	4.898	0.015	0.01583083
4342.044	70.568	800	15.767	0.155	0.05524765
4435.966	75.757	800	12.281	0.094	0.08595133
4521.61	83.118	800	25.645	0.411	0.0218393
4692.692	86.854	800	22.471	0.316	-0.0343371
4858.479	81.162	800	10.925	0.075	-0.0616504
5256.632	56.615	800	10.344	0.067	-0.0875112
5350.037	48.441	800	14.135	0.125	-0.0521737
5447.859	43.338	800	15.873	0.157	-0.0124916
5550.003	42.062	800	23.898	0.357	-0.0722361
5636.686	35.8	800	28.906	0.522	0.00002963
5872.902	35.807	0	0	0	

4.5. Eje_WTG04

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0	33.749	0	0	0	-0.01665
26.074	33.315	800	1.574	0.002	-0.02058
120.361	31.374	800	16.363	0.167	0.020325
190.508	32.8	800	8.13	0.041	0
426.137	32.8	0	0	0	

4.6. Eje_WTG05

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0	39.034	0	0	0	-0.01785
166.16	36.069	800	4.876	0.015	-0.00566
239.015	35.657	800	1.814	0.002	-0.01019
527.802	32.714	800	7.867	0.039	0.009476
888.683	36.133	800	2.28	0.003	0.015177
1018.739	38.107	800	6.122	0.023	0.030481
1089.58	40.266	800	5.667	0.02	0.044648
1194.053	44.931	800	51.117	1.633	-0.08315
1280.491	37.744	800	18.409	0.212	-0.03712
1355.709	34.952	800	6.897	0.03	-0.01988
1468.961	32.7	800	7.953	0.04	0
1679.871	32.7	0	0	0	

4.7. Eje_WTG06

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0	48.508	0	0	0	-0.02167
125.541	45.787	800	6.664	0.028	-0.00501
219.478	45.316	800	8.277	0.043	-0.02571
283.305	43.675	800	8.872	0.049	-0.00353
368.294	43.375	800	4.637	0.013	-0.01512
560.723	40.466	800	0.457	0	-0.01398
699.736	38.522	800	5.372	0.018	-0.02741
778.342	36.368	800	7.297	0.033	-0.00917
886.805	35.374	800	13.501	0.114	-0.04292
965.413	32	800	17.168	0.184	0
1191.339	32	0	0	0	

4.8. Eje_WTG07

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0	43.622	0	0	0	-0.00969
60	43.041	800	4.799	0.014	0.002306
246.491	43.471	800	3.455	0.007	-0.00633
324.537	42.977	800	3.137	0.006	0.001511
436.232	43.145	800	1.911	0.002	0.006289
519.283	43.668	800	1.951	0.002	0.011166
581.598	44.363	800	3.531	0.008	0.002339
666.99	44.563	800	6.197	0.024	0.017831
746.647	45.984	800	3.617	0.008	0.00879

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
892.804	47.268	800	2.687	0.005	0.015508
997.015	48.884	800	25.614	0.41	-0.04853
1130.639	42.4	800	19.411	0.235	0
1357.005	42.4	0	0	0	

Córdoba, Julio de 2023

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426

Anejo 7: Movimiento de tierras

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales", LMT de interconexión PE y subestación elevadora 66/30 kV en los TT.MM. de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 18,49 MW
Potencia instalada eólica: 31,50 MW
Capacidad de acceso: 31,50 MW

Promotor**: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Julio 2023

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3

2. TABLA DE RESULTADOS 3

2.1. EJE DE ACCESO 3
2.2. VIALES INTERNOS 3
2.3. PLATAFORMAS 24
2.4. MANIOBRAS 25
2.5. CAMPAS 25

3. BALANCE DE TIERRAS 26

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

1. Introducción

El objeto del presente documento es mostrar los resultados de los movimientos de tierras obtenidos a partir de los volúmenes de excavación y terraplén de las cimentaciones de los aerogeneradores, plataformas, red de viales internos y accesos.

2. Tabla de resultados

A continuación, se muestra una tabla resumen con los resultados obtenidos para los movimientos de tierra antes descritos separados en entronque, viales internos, zonas, plataformas y campas.

2.1. Eje de acceso

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0	0.32	2.196	4.213	3.733	26.609	43.952
10	0.427	3.126	4.577	8.655	28.178	56.37
20	1.304	2.51	6.697	11.552	39.099	70.839
30	1.006	5.31	7.471	6.968	43.778	74.374
40	0.388	3.446	7.404	11.862	25.409	78.608
50	1.985	1.636	8.318	21.152	16.029	84.548
60	2.246	1.57	8.592	20.952	16.152	85.225
70	1.945	1.661	8.453	16.114	17.3	82.02
80	1.278	1.799	7.951	10.975	20.029	74.822
90	0.917	2.206	7.014	7.731	23.211	65.757
100	0.629	2.436	6.138	5.66	25.357	57.399
110	0.503	2.636	5.342	2.419	14.769	29.065
115.574	0.365	2.664	5.087	0.001	0.005	0.009
115.576	0.365	2.078	4.352	1.347	8.83	18.377
120	0.244	1.914	3.956	2.041	18.499	36.444
129.999	0.164	1.786	3.333	0	0.002	0.003
130	0.164	1.786	3.333			
TOTALES			**102.231**	**131.162**	**323.256**	**857.812**

2.2. Viales internos

- Eje_WTG01:

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0	1.42	2.601	9.638	62.045	32.19	209.394
20	4.784	0.618	11.301	155.319	10.507	200.057
40	10.747	0.432	8.705	233.765	10.475	187.225
60	12.629	0.615	10.018	175.363	10.65	189.329
80	4.907	0.45	8.915	49.602	85.804	169.109
100	0.053	8.131	7.996	0.61	148.838	120.905
117.189	0.018	9.187	6.072	0	0.017	0.011
117.191	0.018	8.113	4.695	0.075	21.486	13.173
120	0.035	7.185	4.684	0.25	66.928	47.086
131.478	0.008	4.477	3.521	0.026	28.825	20.147
137.784	0	4.665	2.869	0	10.931	6.436
140	0	5.201	2.939	0.097	45.403	31.623

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
151.189	0.017	2.915	2.713	0.414	24.761	26.133
160	0.077	2.705	3.219	0.573	20.977	28.81
169.082	0.049	1.914	3.126	0.097	4.213	6.853
171.189	0.042	2.085	3.379	0.093	5.837	9.447
174.082	0.022	1.95	3.152	0	0.004	0.007
174.084	0.022	2.201	3.455	0.08	11.854	18.608
180	0.005	1.807	2.835	0	0.076	0.119
180.042	0.005	1.808	2.836	0	0.004	0.006
180.044	0.005	1.808	2.836	0.136	7.355	13.743
185.042	0.049	1.135	2.664	0	0.002	0.005
185.044	0.049	1.135	2.663	0.833	15.094	39.851
200	0.062	0.883	2.666	0.003	0.037	0.112
200.042	0.062	0.882	2.666	1.547	11.46	41.154
215.042	0.144	0.646	2.821	0.595	3.389	13.59
220	0.096	0.721	2.661	1.978	15.354	52.844
240	0.101	0.814	2.623	7.108	10.011	52.301
260	0.609	0.187	2.607	10.492	3.979	53.285
280	0.44	0.211	2.722	11.003	3.818	53.055
300	0.66	0.171	2.584	16.411	2.881	52.74
320	0.981	0.117	2.69	11.886	10.348	54.467
340	0.208	0.917	2.757	4.469	18.801	45.589
357.334	0.308	1.252	2.503	0.82	3.673	6.986
360	0.307	1.503	2.737	2.386	9.095	20.742
367.334	0.344	0.977	2.919	2.917	14.112	35.564
380	0.117	1.251	2.697	1.408	30.305	51.511
400	0.024	1.779	2.454	0.243	21.259	29.775
412.334	0.016	1.668	2.374	0.101	12.628	18.043
420	0.011	1.626	2.334	0.434	15.564	30.904
432.334	0.06	0.897	2.677	0.276	5.744	14.326
437.334	0.051	1.401	3.053	0	0.003	0.006
437.336	0.051	1.472	3.14	0.186	3.802	8.471
440	0.089	1.383	3.22	25.646	40.563	75.992
460	2.476	2.674	4.38	45.448	34.536	97.445
480	2.069	0.78	5.365	53.106	16.605	96.977
498.393	3.706	1.026	5.18	0.005	0.002	0.009
498.395	0.807	1.089	3.567	1.35	1.724	5.588
500	0.875	1.059	3.396	3.324	3.618	10.943
503.393	1.084	1.074	3.054	0.002	0.002	0.006
503.395	1.084	1.074	3.054	24.283	26.699	47.525
518.393	2.154	2.487	3.284	3.731	4.004	5.295
520	2.49	2.496	3.306	19.226	15.495	23.964
527.286	2.788	1.757	3.272	18.797	8.582	20.914
533.393	3.368	1.054	3.577	23.613	4.112	23.715
540	3.78	0.191	3.602	166.798	3.194	79.135
560	12.9	0.128	4.312	211.014	1.578	55.565
572.286	21.45	0.129	4.734	192.444	0.998	37.929
580	28.445	0.13	5.1	391.762	1.59	64.295
592.286	35.329	0.129	5.366	204.698	0.635	28.804
597.286	46.55	0.125	6.156	0.112	0	0.014
597.288	65.162	0.122	8.326	181.356	0.337	22.691
600	68.581	0.126	8.408	994.999	1.608	109.47
612.626	89.03	0.128	8.933	0.156	0	0.016
612.628	66.637	0.118	6.825	323.91	0.599	33.237
617.626	62.979	0.122	6.475	151.555	0.29	15.453

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
620	64.7	0.122	6.543	837.592	1.578	84.603
632.903	65.129	0.122	6.57	337.313	0.612	33.885
637.903	69.796	0.122	6.984	0.167	0	0.016
637.905	97.039	0.121	9.124	202.005	0.254	19.077
640	95.806	0.121	9.088	1727.855	2.28	175.468
660	76.98	0.107	8.458	312.2	1.709	52.249
666.782	15.087	0.397	6.95	0	0	0
TOTALES				**7208.108**	**931.698**	**3193.822**

- Eje_WTG02:

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0	1.479	0.166	2.859	20.834	2.383	44.398
15.689	1.176	0.138	2.801	4.718	0.533	11.983
20	1.012	0.109	2.758	0.985	0.109	2.721
20.967	1.024	0.116	2.87	16.782	3.509	55.339
40	0.74	0.253	2.945	18.319	3.785	58.872
60	1.092	0.126	2.942	7.192	0.987	21.742
67.416	0.847	0.141	2.922	3.089	0.567	10.806
71.126	0.818	0.165	2.904	7.093	1.384	25.551
80	0.781	0.147	2.855	11.853	3.412	56.185
100	0.405	0.194	2.764	7.25	9.106	55.973
120	0.32	0.716	2.833	3.252	11.379	33.958
132.078	0.218	1.168	2.79	0.637	3.798	8.513
135.137	0.198	1.315	2.776	0.866	6.486	13.45
140	0.158	1.352	2.755	1.477	9.909	22.706
148.236	0.201	1.054	2.759	2.466	13.256	39.082
160	0.218	1.2	3.886	7.869	23.924	86.258
180	0.568	1.192	4.74	1.809	4.032	15.351
183.236	0.55	1.3	4.748	18.842	15.501	83.695
200	1.698	0.55	5.237	38.257	12.345	99.399
217.236	2.741	0.883	6.296	0.006	0.003	0.015
217.238	3.325	1.629	8.934	9.099	4.862	24.68
220	3.264	1.892	8.937	61.976	34.151	175.281
240	2.934	1.523	8.591	48.597	34.501	175.707
260	1.926	1.927	8.98	38.697	38.265	178.695
280	1.944	1.9	8.89	43.474	32.283	174.957
300	2.404	1.329	8.606	49.403	23.997	176.239
320	2.537	1.071	9.018	50.981	25.815	181.803
340	2.562	1.51	9.163	8.67	5.047	31.272
343.412	2.52	1.448	9.168	0.004	0.002	0.015
343.414	1.956	0.26	5.353	20.963	8.726	81.216
360	0.572	0.793	4.44	9.754	10.335	71.165
377.412	0.548	0.395	3.734	1.55	1.01	9.679
380	0.65	0.386	3.746	9.671	7.9	64.89
397.412	0.461	0.522	3.708	1.147	1.261	8.686
400	0.425	0.453	3.005	4.585	3.885	30.943
410.221	0.472	0.307	3.05	3.848	3.878	29.662
420	0.315	0.486	3.017	3.709	4.384	30.768
430.221	0.411	0.372	3.004	2.291	2.142	16.082
435.221	0.506	0.485	3.429	0.001	0.001	0.008
435.223	0.526	0.851	4.226	2.302	4.723	19.794
440	0.438	1.127	4.061	6.468	22.681	80.329
460	0.209	1.142	3.972	3.408	27.6	77.74
480	0.132	1.618	3.802	1.322	76.271	67.522

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
500	0	6.009	2.95	0	233.24	70.534
520	0	17.315	4.103	0	435.933	88.546
540	0	26.278	4.751	0	2.549	0.461
540.097	0	26.282	4.751	0	0.053	0.01
540.099	0	26.282	4.751	0	122.089	22.391
545.097	0	22.573	4.209	0	0.045	0.008
545.099	0	22.571	4.208	0	328.865	61.827
560	0	21.569	4.09	0	2.084	0.397
560.097	0	21.409	4.088	4.085	141.441	42.852
573.217	0.623	0.152	2.445	0	0	0
TOTALES				**559.601**	**1766.427**	**2740.156**

- Eje_WTG03:

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0	0.538	0.272	2.594	9.886	13.965	54.114
20	0.45	1.125	2.818	36.863	12.401	57.603
40	3.236	0.115	2.943	62.686	2.362	58.7
60	3.033	0.121	2.927	23.435	0.973	23.356
67.981	2.84	0.123	2.926	20.424	0.94	22.296
75.653	2.484	0.122	2.887	10.846	0.531	12.553
80	2.506	0.122	2.889	28.469	3.225	56.9
100	0.341	0.2	2.801	3.5	26.489	51.503
120	0.009	2.449	2.349	0.233	47.34	46.939
140	0.014	2.285	2.345	0.202	20.053	22.157
149.473	0.028	1.948	2.333	0.165	8.921	11.581
154.145	0.042	1.871	2.624	0.152	12.049	14.459
160	0.01	2.245	2.314	0.614	39.756	49.015
180	0.052	1.73	2.587	2.267	26.716	53.23
200	0.175	0.941	2.736	3.947	17.112	54.973
220	0.22	0.77	2.761	8.284	10.823	56.091
240	0.609	0.312	2.848	17.752	8.751	57.115
260	1.166	0.563	2.864	16.376	12.456	56.298
280	0.471	0.683	2.766	0.446	0.671	2.69
280.973	0.445	0.695	2.762	0.57	0.944	3.703
282.315	0.405	0.711	2.757	5.116	25.893	47.023
300	0.173	2.217	2.561	12.269	26.461	54.233
320	1.054	0.429	2.862	13.947	13.84	53.288
340	0.341	0.955	2.467	3.812	34.01	49.051
360	0.04	2.446	2.438	1.572	41.91	48.995
380	0.117	1.745	2.461	11.961	36.068	50.654
400	1.079	1.862	2.604	2.386	3.735	5.763
402.1	1.194	1.695	2.885	3.278	4.224	7.685
404.745	1.284	1.499	2.926	11.059	21.149	42.867
420	0.165	1.274	2.694	15.77	16.19	56.445
440	1.412	0.345	2.951	21.329	12.968	55.545
460	0.721	0.952	2.604	13.999	18.109	51.218
480	0.679	0.859	2.518	2.089	2.589	7.979
483.17	0.64	0.775	2.516	1.126	1.44	4.529
484.964	0.616	0.831	2.533	6.342	23.006	38.992
500	0.228	2.229	2.654	19.022	26.498	54.616
520	1.674	0.421	2.808	22.181	6.579	39.493
533.863	1.526	0.529	2.89	9.217	3.332	17.898
540	1.478	0.557	2.943	5.288	2.402	11.312
543.863	1.26	0.686	2.913	5.933	3.958	15.065

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
549.267	0.936	0.779	2.663	7.746	11.084	28.591
560	0.508	1.287	2.665	1.477	4.184	8.261
563.098	0.446	1.414	2.668	5.639	32.007	45.531
580	0.221	2.373	2.719	1.664	21.424	24.056
588.863	0.154	2.461	2.709	1.453	25.741	29.358
600	0.107	2.161	2.563	0.996	15.846	22.476
608.863	0.118	1.414	2.509	1.313	5.582	14.02
613.863	0.407	0.819	3.099	0.001	0.002	0.007
613.865	0.454	1.086	3.911	2.11	8.317	23.686
620	0.234	1.625	3.811	5.566	27.285	75.482
640	0.323	1.103	3.737	9.796	30.239	78.025
660	0.657	1.921	4.065	22.653	27.575	80.573
680	1.609	0.837	3.992	5.215	2.583	12.563
683.146	1.707	0.805	3.995	0.003	0.002	0.007
683.148	1.373	0.786	3.179	5.19	3.603	15.059
688.146	0.703	0.655	2.847	0.001	0.001	0.006
688.148	0.703	0.655	2.847	10.462	7.094	34.131
700	1.062	0.542	2.913	3.307	1.845	9.143
703.146	1.04	0.631	2.9	16.667	10.924	42.103
718.146	1.182	0.826	2.714	2.197	1.53	4.992
720	1.188	0.825	2.671	13.612	28.792	52.447
740	0.173	2.054	2.574	1.215	10.26	14.15
745.504	0.268	1.674	2.568	1.696	8.738	14.362
751.096	0.339	1.452	2.569	2.064	15.244	22.56
760	0.125	1.973	2.498	2.477	32.272	51.846
780	0.123	1.255	2.686	3.165	18.748	51.308
800	0.194	0.62	2.444	3.814	12.535	51.244
820	0.188	0.633	2.68	2.062	3.228	19.633
827.143	0.39	0.27	2.817	3.314	3.641	28.482
837.415	0.255	0.439	2.728	0.662	1.132	7.054
840	0.257	0.438	2.729	4.555	10.403	54.308
860	0.199	0.603	2.702	3.656	12.758	51.581
880	0.167	0.673	2.456	3.589	11.82	51.391
900	0.192	0.509	2.683	4.775	9.417	54.289
920	0.285	0.433	2.746	5.472	11.739	54.875
940	0.262	0.741	2.741	3.305	20.064	42.537
956.298	0.144	1.721	2.479	0.568	6.044	9.161
960	0.163	1.545	2.471	2.842	25.799	51.517
980	0.121	1.035	2.681	0.219	1.777	4.655
981.737	0.131	1.01	2.679	4.009	17.658	49.133
1000	0.308	0.923	2.702	0.626	1.824	5.464
1002.019	0.311	0.883	2.71	3.212	8.075	28.451
1012.019	0.331	0.732	2.98	2.844	4.927	24.114
1020	0.382	0.503	3.063	5.706	14.271	60.096
1040	0.189	0.924	2.947	3.778	14.097	50.936
1057.019	0.255	0.732	3.039	0.887	2.052	9.193
1060	0.34	0.645	3.129	4.285	16.681	50.463
1077.019	0.164	1.316	2.801	0.462	4.235	8.786
1080	0.147	1.525	3.093	0.247	3.266	6.388
1082.019	0.098	1.71	3.235	0	0.004	0.007
1082.021	0.098	1.825	3.376	2.408	31.676	66.478
1100	0.17	1.698	4.019	2.583	43.767	78.185
1120	0.088	2.678	3.799	2.064	41.006	75.124
1140	0.118	1.422	3.713	4.518	40.973	74.33
1160	0.334	2.675	3.72	0.518	5.054	7.041

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
1161.907	0.209	2.625	3.664	0	0.005	0.007
1161.909	0.208	2.35	3.171	0.865	11.08	14.409
1166.907	0.138	2.084	2.595	0	0.004	0.005
1166.909	0.138	2.084	2.595	1.701	27.17	33.787
1180	0.122	2.067	2.567	0.233	3.876	4.883
1181.907	0.123	1.998	2.554	2.389	26.442	40.313
1196.907	0.196	1.528	2.821	0.661	4.468	8.635
1200	0.232	1.362	2.763	2.998	19.07	42.825
1215.672	0.151	1.072	2.703	0.837	4.297	11.584
1219.919	0.243	0.952	2.752	0.02	0.077	0.223
1220	0.245	0.946	2.753	3.509	31.63	52.821
1240	0.106	2.217	2.529	1.532	40.877	51.555
1260	0.047	1.871	2.627	9.42	19.927	53.556
1280	0.894	0.121	2.729	10.322	9.297	54.409
1300	0.138	0.808	2.712	2.902	19.393	54.281
1320	0.153	1.131	2.716	1.077	8.174	19.42
1327.153	0.149	1.155	2.714	0.301	2.375	5.542
1329.196	0.146	1.17	2.712	1.499	13.164	29.245
1340	0.131	1.267	2.702	3.024	23.015	54.422
1360	0.171	1.035	2.741	3.633	19.991	54.822
1380	0.192	0.964	2.742	1.481	5.513	18.785
1386.819	0.242	0.653	2.768	3.497	4.95	29.25
1396.819	0.457	0.337	3.082	1.598	0.905	9.822
1400	0.548	0.231	3.094	11.11	4.704	62.183
1420	0.563	0.239	3.125	12.136	4.608	62.482
1440	0.65	0.222	3.124	1.088	0.409	5.671
1441.819	0.546	0.228	3.112	12.942	3.999	56.877
1460	0.877	0.212	3.145	1.739	0.372	5.603
1461.819	1.035	0.198	3.015	7.247	0.973	16.471
1466.819	1.864	0.191	3.573	0.004	0.001	0.008
1466.821	1.975	0.586	4.743	29.343	6.488	59.652
1480	2.478	0.399	4.309	33	20.751	82.562
1500	0.822	1.676	3.947	10.763	47.419	80.497
1520	0.254	3.066	4.103	2.391	45.257	55.99
1534.581	0.074	3.142	3.577	0	0.006	0.007
1534.583	0.074	2.867	3.164	0.318	12.96	14.211
1539.581	0.054	2.319	2.523	0	0.005	0.005
1539.583	0.053	2.319	2.523	0.022	0.973	1.051
1540	0.052	2.346	2.517	1.12	33.992	37.409
1554.581	0.102	2.317	2.614	0.434	12.459	14.049
1560	0.058	2.282	2.571	0.686	21.015	24.626
1569.581	0.085	2.105	2.569	0.535	12.156	15.093
1575.551	0.094	1.967	2.487	0.428	8.695	11.189
1580	0.098	1.941	2.543	0.541	10.664	14.107
1585.551	0.097	1.901	2.54	1.031	27.57	36.166
1600	0.046	1.915	2.466	0.588	37.145	48.028
1620	0.013	1.799	2.337	0.185	18.722	26.084
1630.551	0.022	1.75	2.608	0.331	15.243	25.063
1640	0.048	1.477	2.697	0.821	13.765	29.063
1650.551	0.108	1.133	2.812	0.547	6.129	15.303
1655.551	0.111	1.319	3.309	0	0.003	0.007
1655.553	0.111	1.564	3.646	0.556	6.808	16.458
1660	0.139	1.497	3.756	1.849	16.437	45.218
1671.734	0.176	1.304	3.952	0	0.002	0.007
1671.736	0.176	0.964	3.431	0.996	5.137	15.983

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
1676.734	0.223	1.091	2.964	0	0.002	0.006
1676.736	0.223	1.091	2.964	0.669	4.162	9.633
1680	0.187	1.459	2.938	1.656	15.862	33.708
1691.734	0.095	1.244	2.807	0.618	9.718	22.784
1700	0.054	1.107	2.706	0.878	5.554	19.028
1706.734	0.206	0.543	2.945	9.719	4.419	38.005
1720	1.259	0.123	2.784	7.908	0.62	14.269
1725.094	1.846	0.12	2.818	24.526	1.799	41.664
1740	1.445	0.121	2.772	23.594	2.49	56.579
1760	0.915	0.128	2.886	12.361	3.006	50.638
1777.788	0.475	0.21	2.808	1.08	0.491	6.205
1780	0.501	0.234	2.803	12.088	4.879	54.601
1800	0.708	0.254	2.657	10.412	11.987	54.724
1820	0.334	0.945	2.815	2.441	5.199	20.83
1827.398	0.326	0.461	2.816	21.896	3.629	35.457
1840	3.149	0.115	2.811	41.49	2.374	55.576
1860	1	0.122	2.747	10.926	16.154	54.298
1880	0.092	1.493	2.683	0.395	11.887	16.619
1886.614	0.027	2.101	2.342	0.838	24.341	33.544
1900	0.098	1.535	2.67	19.84	17.051	54.565
1920	1.886	0.17	2.787	31.159	4.76	54.377
1940	1.23	0.306	2.651	12.694	28.946	51.048
1960	0.039	2.588	2.454	17.582	19.332	37.811
1974.279	2.423	0.12	2.842	7.847	0.387	9.384
1977.65	2.232	0.11	2.726	4.394	0.604	6.313
1980	1.508	0.404	2.647	32.519	5.267	54.662
2000	1.744	0.122	2.819	18.72	13.188	55.248
2020	0.128	1.196	2.706	3.724	17.774	54.722
2040	0.245	0.581	2.766	3.911	16.439	54.842
2060	0.146	1.063	2.718	2.103	26.927	53.738
2080	0.064	1.63	2.656	2.362	26.45	53.849
2100	0.172	1.015	2.729	2.871	16.703	54.028
2120	0.115	0.655	2.674	1.34	5.711	27.497
2130.231	0.147	0.461	2.702	0.373	1.037	6.399
2132.596	0.169	0.415	2.71	0.388	0.844	5.802
2134.734	0.194	0.374	2.717	1.239	3.577	17.178
2140	0.276	0.984	3.807	12.531	18.776	83.207
2160	0.977	0.893	4.514	12.377	7.663	45.401
2169.734	1.566	0.681	4.815	19.318	6.731	52.526
2180	2.197	0.63	5.418	36.196	13.498	112.11
2200	1.423	0.72	5.793	5.086	2.661	21.923
2203.734	1.301	0.706	5.95	0.003	0.002	0.014
2203.736	1.407	1.555	7.906	16.852	29.14	126.246
2220	0.665	2.029	7.619	16.478	43.088	160.346
2240	0.983	2.28	8.416	12.124	47.439	152.761
2260	0.23	2.464	6.86	3.663	91.414	152.158
2280	0.137	6.677	8.355	2.857	108.918	139.256
2300	0.149	4.214	5.57	4.08	71.66	106.688
2319.816	0.263	3.018	5.198	0.001	0.006	0.01
2319.818	0.248	2.649	4.686	0.045	0.482	0.854
2320	0.25	2.648	4.7	5.108	45.195	79.9
2340	0.261	1.871	3.29	3.673	22.828	43.701
2353.816	0.271	1.433	3.036	0.909	4.921	9.931
2357.285	0.253	1.404	2.69	0.748	3.918	7.285
2360	0.298	1.482	2.676	1.38	11.469	18.455

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
2367.031	0.094	1.78	2.573	0.599	12.532	18.557
2373.816	0.082	1.914	2.897	0.49	10.703	16.307
2380	0.077	1.548	2.377	0.364	8.683	12.681
2385.347	0.059	1.7	2.366	0.477	19.122	25.148
2395.347	0.036	2.124	2.663	0.143	10.141	12.335
2400	0.026	2.235	2.638	8.003	24.349	57.193
2419.955	0.776	0.206	3.094	0.035	0.009	0.139
2420	0.758	0.206	3.093	2.452	7.223	17.943
2426.265	0.025	2.1	2.635	0.344	28.885	34.335
2440	0.026	2.106	2.365	0.009	0.728	0.821
2440.347	0.027	2.093	2.367	0.389	35.86	49.174
2460	0.012	1.557	2.638	0.005	0.545	0.922
2460.347	0.017	1.586	2.675	0.148	7.865	13.975
2465.347	0.042	1.56	2.915	0	0.004	0.007
2465.349	0.042	2.147	3.67	3.992	29.058	56.965
2480	0.503	1.82	4.106	2.733	12.158	30.584
2487.486	0.228	1.428	4.065	0	0.002	0.007
2487.488	0.228	0.981	3.333	1.28	4.01	15.708
2492.486	0.285	0.624	2.953	0.001	0.001	0.006
2492.488	0.285	0.624	2.952	2.234	4.911	21.934
2500	0.31	0.684	2.887	2.294	4.583	22.152
2507.486	0.303	0.54	3.031	3.645	7.719	37.868
2520	0.28	0.693	3.021	0.704	1.763	7.507
2522.486	0.287	0.725	3.018	5.942	10.063	51.026
2540	0.392	0.424	2.808	0.87	0.877	6.05
2542.152	0.417	0.391	2.814	5.42	4.643	35.163
2554.632	0.451	0.353	2.821	2.322	2.017	15.122
2560	0.414	0.398	2.813	7.061	9.996	55.952
2580	0.292	0.601	2.782	3.463	23.225	54.275
2600	0.054	1.721	2.645	3.006	26.445	54.285
2620	0.247	0.923	2.783	12.758	10.458	57.055
2640	1.029	0.123	2.922	14.167	3.596	57.496
2660	0.388	0.237	2.827	2.515	3.468	21.657
2667.707	0.265	0.663	2.793	0.696	2.163	7.851
2670.528	0.228	0.87	2.773	1.814	8.52	26.005
2680	0.155	0.929	2.717	5.483	13.872	55.373
2700	0.393	0.459	2.82	12.68	5.841	57.282
2720	0.875	0.126	2.908	12.504	4.339	57.251
2740	0.376	0.308	2.817	5.521	16.133	55.286
2760	0.176	1.305	2.712	1.945	37.877	50.777
2780	0.018	2.483	2.366	0.975	16.431	24.568
2789.626	0.184	0.931	2.739	0.179	0.965	2.741
2790.628	0.174	0.995	2.733	1.9	5.613	25.438
2800	0.232	0.203	2.695	4.086	18.739	54.381
2820	0.177	1.671	2.743	4.249	22.4	55.15
2840	0.248	0.569	2.772	5.775	8.753	55.983
2860	0.33	0.306	2.826	6.758	8.511	56.367
2880	0.346	0.545	2.811	0.292	0.479	2.38
2880.847	0.344	0.585	2.81	0.337	0.607	2.8
2881.844	0.333	0.633	2.808	4.119	13.442	50.107
2900	0.121	0.848	2.711	3.006	21.577	54.577
2920	0.18	1.31	2.746	2.828	31.876	54.426
2940	0.103	1.878	2.696	0.976	25.478	34.117
2952.788	0.05	2.107	2.64	0.259	12.695	15.031
2958.807	0.036	2.111	2.355	0.043	2.538	2.811

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
2960	0.036	2.143	2.358	0.592	48.232	47.557
2980	0.024	2.68	2.398	0.237	58.358	45.299
3000	0	3.156	2.132	0	58.391	35.523
3020	0	2.684	1.421	0	51.256	26.359
3040	0	2.442	1.215	0	57.338	31.13
3060	0	3.292	1.898	0	8.532	5.086
3062.457	0	3.654	2.243	0	46.467	28.676
3075.315	0	3.574	2.218	0	16.698	10.388
3080	0	3.554	2.217	0.116	38.754	28.666
3092.328	0.019	2.733	2.434	0.505	22.947	26.045
3100	0.113	3.249	4.356	8.156	45.09	88.23
3120	0.703	1.26	4.467	4.773	9.137	31.455
3127.328	0.6	1.233	4.118	4.111	12.658	38.505
3137.103	0.241	1.356	3.76	0.483	4.343	10.81
3140	0.092	1.642	3.703	0.177	5.209	9.765
3142.555	0.046	2.436	3.941	1.084	60.922	75.562
3160	0.078	4.549	4.722	0.109	6.281	6.319
3161.328	0.086	4.911	4.794	0	0.011	0.012
3161.33	0.086	5.653	6.927	2.894	105.058	124.933
3180	0.224	5.601	6.457	10.798	83.584	125.589
3200	0.855	2.757	6.102	9.563	58.672	119.195
3220	0.101	3.11	5.817	2.407	53.004	111.104
3240	0.14	2.19	5.293	1.966	48.311	100.679
3260	0.057	2.641	4.775	0.572	57.448	80.813
3278.687	0.004	3.508	3.874	0	0.007	0.008
3278.689	0.004	3.502	3.869	0.005	4.618	5.027
3280	0.003	3.543	3.8	0.031	66.457	64.675
3300	0	3.102	2.668	0	38.343	30.652
3312.687	0	2.942	2.164	0	22.782	15.979
3320	0	3.289	2.206	0	50.776	29.077
3332.687	0	4.716	2.378	0	37.743	17.776
3340	0	5.606	2.484	0	95.475	48.597
3360	0	3.941	2.376	0.081	58.431	47.015
3380	0.008	1.902	2.325	0.211	41.733	47.295
3400	0.013	2.271	2.404	0.13	41.531	45.389
3420	0	1.882	2.135	0	49.164	45.099
3440	0	3.035	2.375	0	59.195	45.346
3460	0	2.885	2.159	0	8.905	6.569
3463.037	0	2.979	2.166	0	32.812	22.531
3473.037	0	3.583	2.34	0	25.504	16.548
3480	0	3.742	2.413	0	71.251	46.553
3500	0	3.383	2.242	0	52.719	40.106
3518.037	0	2.463	2.205	0	4.697	4.303
3520	0	2.323	2.179	1.285	33.833	44.735
3538.037	0.142	1.429	2.781	0.231	2.775	5.577
3540	0.093	1.399	2.9	0.324	4.607	9.621
3543.037	0.121	1.635	3.435	0	0.004	0.007
3543.039	0.121	1.93	3.904	5.543	37.102	64.677
3560	0.533	2.445	3.722	19.524	59.886	77.836
3580	1.42	3.544	4.061	29.482	53.904	80.648
3600	1.529	1.847	4.004	22.339	23.768	66.277
3616.456	1.186	1.042	4.051	0.002	0.002	0.008
3616.458	1.133	0.823	3.455	3.011	3.238	11.616
3620	0.567	1.005	3.103	0.69	1.457	4.447
3621.456	0.38	0.996	3.006	0.001	0.002	0.006

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
3621.458	0.38	0.996	3.006	4.618	25.777	51.765
3640	0.118	1.784	2.578	1.044	22.069	29.126
3651.456	0.064	2.069	2.507	0.531	18.671	21.615
3660	0.06	2.302	2.553	1.197	22.217	32.423
3671.924	0.141	1.425	2.885	0.797	7.035	15.831
3676.924	0.178	1.389	3.447	0	0.003	0.007
3676.926	0.178	1.758	4.017	0.581	5.307	12.367
3680	0.2	1.695	4.029	5.525	27.71	54.039
3694.109	0.583	2.233	3.632	0.001	0.004	0.007
3694.111	0.555	2.066	3.203	3.507	8.599	14.972
3699.109	0.848	1.374	2.788	0.002	0.003	0.006
3699.111	0.848	1.374	2.788	0.758	1.223	2.482
3700	0.857	1.378	2.795	8.85	22.894	39.128
3714.109	0.397	1.868	2.752	1.915	11.949	16.227
3720	0.253	2.189	2.757	1.882	21.842	25.136
3729.109	0.161	2.607	2.762	1.582	30.2	29.105
3740	0.13	2.939	2.583	5.237	29.838	31.877
3752.036	0.74	2.019	2.714	5.336	17.629	21.806
3760	0.6	2.408	2.763	1.54	7.029	7.762
3762.809	0.497	2.596	2.764	6.345	37.08	46.129
3780	0.242	1.718	2.603	5.733	36.194	52.494
3800	0.332	1.902	2.647	13.864	35.888	52.473
3820	1.055	1.687	2.601	2.523	4.233	6.675
3822.42	1.031	1.811	2.916	4.162	7.519	12.55
3826.684	0.922	1.716	2.97	13.547	17.697	39.645
3840	1.113	0.942	2.984	32.987	12.08	58.311
3860	2.186	0.266	2.847	21.278	3.528	29.026
3870.284	1.952	0.42	2.798	19.587	4.655	26.947
3880	2.08	0.538	2.749	0.6	0.17	0.805
3880.284	2.144	0.66	2.92	15.925	12.767	31.868
3891.099	0.801	1.7	2.973	1.907	5.543	8.68
3894.006	0.512	2.113	2.998	2.027	15.047	18.09
3900	0.165	2.908	3.038	13.041	47.689	61.268
3920	1.139	1.861	3.089	5.89	11.138	16.559
3925.284	1.09	2.354	3.179	14.622	44.998	47.928
3940	0.897	3.761	3.335	4.92	20.301	17.673
3945.284	0.965	3.923	3.355	4.242	26.299	18.407
3950.284	0.732	6.597	4.008	0.002	0.013	0.009
3950.286	0.962	6.845	4.941	8.196	63.918	47.018
3960	0.726	6.315	4.739	17.083	113.911	93.001
3978.755	1.096	5.832	5.178	0.002	0.011	0.009
3978.757	0.848	5.51	4.009	1.144	6.489	4.902
3980	0.992	4.93	3.879	4.407	15.366	13.46
3983.755	1.355	3.254	3.29	0.003	0.007	0.007
3983.757	1.355	3.254	3.29	22.254	49.852	49.094
3998.755	1.612	3.394	3.257	2.016	4.201	4.046
4000	1.627	3.355	3.244	20.21	45.518	44.391
4013.755	1.312	3.263	3.211	8.284	20.12	19.557
4020	1.341	3.18	3.052	29.024	58.35	61.542
4040	1.561	2.655	3.102	6.813	11.039	13.181
4044.272	1.628	2.514	3.069	19.8	18.291	30.358
4054.49	2.247	1.067	2.873	14.037	4.126	16.007
4060	2.848	0.431	2.937	57.099	19.832	59.033
4080	2.862	1.552	2.967	40.329	36.696	58.04
4100	1.171	2.117	2.837	17.212	40.037	55.651

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
4120	0.551	1.886	2.728	8.374	41.045	56.714
4140	0.287	2.218	2.944	11.317	33.791	56.079
4160	0.845	1.161	2.664	8.242	16.224	31.339
4171.76	0.557	1.598	2.665	3.137	8.478	13.873
4176.957	0.65	1.664	2.673	2.048	4.668	8.139
4180	0.696	1.404	2.676	14.368	17.033	52.76
4200	0.741	0.299	2.6	16.611	15.099	53.182
4220	0.92	1.21	2.718	14.86	52.285	62.997
4240	0.566	4.018	3.582	6.468	49.047	45.941
4252.993	0.43	3.532	3.49	2.986	20.168	23.897
4260	0.422	2.225	3.331	0.016	0.085	0.127
4260.038	0.423	2.223	3.331	2.024	7.4	12.707
4264.096	0.575	1.424	2.932	3.911	11.186	19.36
4270.038	0.742	2.341	3.585	8.608	18.35	32.209
4280	0.986	1.343	2.881	19.47	31.544	57.088
4300	0.961	1.811	2.827	15.902	19.982	42.918
4315.038	1.154	0.846	2.881	6.512	3.184	13.745
4320	1.471	0.437	2.66	16.316	17.081	43.213
4335.038	0.699	1.835	3.087	5.8	12.366	17.27
4340	1.638	3.15	3.874	0.062	0.12	0.147
4340.038	1.646	3.158	3.878	0.004	0.006	0.009
4340.04	2.626	3.157	4.722	29.686	50.61	86.794
4360	0.349	1.914	3.975	5.42	48.602	80.21
4380	0.193	2.946	4.046	0.156	2.544	3.418
4380.845	0.177	3.074	4.043	0	0.006	0.007
4380.847	0.171	2.739	3.198	0.654	12.622	14.429
4385.845	0.09	2.312	2.576	0	0.005	0.005
4385.847	0.09	2.311	2.576	1.613	30.663	36.579
4400	0.138	2.022	2.593	0.115	1.723	2.191
4400.845	0.133	2.055	2.594	1.548	33.457	38.184
4415.845	0.073	2.406	2.497	0.316	9.833	10.799
4420	0.079	2.328	2.7	2.99	39.385	51.447
4440	0.22	1.611	2.444	1.889	21.01	26.419
4450.154	0.152	2.527	2.759	3.024	21.169	27.763
4460	0.462	1.773	2.88	1.669	5.155	8.594
4462.964	0.664	1.706	2.919	15.364	25.025	50.057
4480	1.14	1.232	2.958	19.365	14.668	51.547
4497.778	1.039	0.418	2.841	2.671	0.603	6.26
4500	1.366	0.125	2.793	18.064	1.209	27.838
4509.857	2.3	0.12	2.855	19.037	2.664	28.441
4520	1.454	0.405	2.753	14.107	25.479	43.634
4535.613	0.353	2.859	2.837	1.557	13.738	13.084
4540	0.357	3.404	3.129	2.513	17.694	17.538
4545.613	0.539	2.9	3.121	10.401	30.116	43.461
4560	0.907	1.287	2.921	30.196	20.572	54.056
4578.523	2.353	0.935	2.915	3.588	1.322	4.307
4580	2.506	0.856	2.917	20.708	10.584	32.054
4590.61	1.398	1.139	3.125	0.004	0.003	0.009
4590.613	1.397	1.139	3.125	10.985	6.863	29.438
4600	0.943	0.323	3.147	13.543	2.497	33.056
4610.613	1.609	0.148	3.082	9.507	0.818	16.647
4615.613	2.194	0.18	3.576	0.004	0.001	0.008
4615.615	2.272	0.695	4.896	11.834	2.907	22.213
4620	3.126	0.631	5.235	31.303	33.718	80.993
4640	0.005	2.741	2.864	0.027	56.788	34.467

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
4651.8	0	6.884	2.978	0	0.014	0.006
4651.802	0	6.884	2.978	0	30.075	13.53
4656.8	0	5.151	2.436	0	0.01	0.005
4656.802	0	5.151	2.436	0	16.576	7.823
4660	0	5.216	2.456	0	69.828	30.078
4671.8	0	6.619	2.642	0	33.071	12.946
4676.67	0	6.962	2.675	0	23.972	8.996
4680	0	7.436	2.728	0	53.429	18.856
4686.8	0	8.279	2.818	0	18.346	6.202
4688.995	0	8.437	2.833	0	85.487	30.5
4700	0	7.099	2.71	0.169	129.949	60.747
4720	0.017	5.896	3.365	0.069	13.06	7.922
4722.355	0.042	5.196	3.362	1.727	33.596	30.568
4732.355	0.303	1.524	2.751	5.138	7.516	21.467
4740	1.041	0.443	2.865	31.075	8.137	55.066
4760	2.067	0.371	2.642	42.235	4.479	47.664
4777.355	2.801	0.145	2.851	7.607	0.358	7.561
4780	2.952	0.125	2.866	36.327	13.231	52.729
4797.355	1.235	1.399	3.21	3.596	4.271	8.89
4800	1.484	1.83	3.512	4.138	4.916	8.694
4802.355	2.03	2.345	3.872	0.005	0.005	0.009
4802.357	3.178	2.343	4.74	52.091	34.144	83.011
4820	2.727	1.528	4.67	3.757	1.628	6.034
4821.373	2.746	0.844	4.119	0.005	0.002	0.007
4821.375	1.846	0.843	3.279	6.743	4.069	14.8
4826.373	0.852	0.785	2.643	0.002	0.002	0.005
4826.375	0.852	0.785	2.643	7.311	14.467	36.056
4840	0.222	1.339	2.649	0.27	2.052	3.645
4841.373	0.171	1.65	2.66	1.283	49.533	39.95
4856.373	0	4.954	2.667	0	19.293	10.172
4860	0	5.685	2.942	0	38.483	18.51
4866.223	0	6.683	3.006	0	36.546	16.667
4871.901	0	6.19	2.864	0.2	46.371	24.528
4880	0.05	5.261	3.193	0.911	97.213	63.421
4900	0.042	4.46	3.149	0.625	48.51	35.865
4911.711	0.065	3.825	2.976	0.847	30.812	25.08
4920	0.139	3.61	3.076	0.241	6.104	5.237
4921.711	0.143	3.525	3.046	2.961	58.337	53.487
4940	0.181	2.855	2.803	4.848	46.903	55.223
4960	0.304	1.836	2.719	1.831	13.86	18.731
4966.711	0.242	2.295	2.863	2.659	42.851	41.229
4980	0.158	4.154	3.342	0.946	32.478	22.61
4986.711	0.124	5.525	3.396	1.069	31.812	18.795
4991.711	0.304	7.2	4.122	0.001	0.014	0.009
4991.713	0.463	7.237	4.978	3.855	62.316	41.291
5000	0.467	7.803	4.988	4.087	49.73	34.303
5006.946	0.709	6.516	4.889	0.001	0.013	0.009
5006.948	0.395	6.52	4.02	1.377	28.995	18.53
5011.946	0.156	5.083	3.395	0	0.01	0.007
5011.948	0.156	5.082	3.395	1.495	32.944	25.477
5020	0.215	3.101	2.933	1.487	20.365	19.936
5026.946	0.213	2.763	2.807	2.777	33.446	36.201
5040	0.213	2.361	2.739	0.399	4.644	5.318
5041.946	0.198	2.412	2.726	2.031	43.547	43.171
5058.33	0.05	2.904	2.544	0.12	4.928	4.597

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
5060	0.094	2.998	2.961	1.282	32.893	30.829
5070.704	0.145	3.148	2.8	1.091	26.833	24.936
5080	0.089	2.625	2.565	2.318	61.313	52.92
5100	0.143	3.506	2.727	3.656	58.936	53.915
5120	0.223	2.387	2.665	3.274	54.688	52.887
5140	0.104	3.082	2.624	0.972	19.425	18.129
5146.885	0.178	2.561	2.642	1.312	15.033	15.813
5152.837	0.263	2.49	2.671	1.906	17.012	19.07
5160	0.269	2.26	2.653	10.7	32.456	55.507
5180	0.801	0.986	2.897	21.463	11.107	57.024
5200	1.346	0.125	2.805	13.689	0.908	20.878
5207.34	2.384	0.123	2.884	28.352	1.558	36.616
5220	2.095	0.123	2.901	0.237	0.014	0.328
5220.113	2.1	0.124	2.902	38.051	3.662	58.087
5240	1.727	0.245	2.94	22.665	14.229	58.462
5260	0.54	1.178	2.906	17.888	17.128	61.092
5280	1.249	0.535	3.203	19.523	8.856	55.255
5297.422	0.992	0.482	3.14	2.662	1.238	8.094
5300	1.073	0.479	3.139	2.66	1.059	7.214
5302.295	1.244	0.445	3.148	2.3	0.682	5.29
5303.884	1.65	0.414	3.51	12.217	5.053	29.552
5312.295	1.255	0.787	3.517	9.705	7.628	27.098
5320	1.264	1.192	3.517	18.305	29.716	68.533
5340	0.566	1.779	3.337	10.456	22.275	57.562
5357.295	0.643	0.797	3.32	1.661	2.224	8.939
5360	0.585	0.847	3.289	5.914	28.263	50.749
5377.295	0.098	2.421	2.579	0.254	7.493	7.766
5380	0.089	3.119	3.162	0.109	7.952	6.888
5382.295	0.006	3.81	2.84	0	0.008	0.006
5382.297	0.006	3.818	2.848	0.835	60.848	55.392
5400	0.089	3.056	3.41	2.11	47.352	71.184
5420	0.122	1.679	3.708	3.971	28.247	77.607
5440	0.275	1.146	4.052	4.109	31.922	76.58
5460	0.136	2.046	3.606	1.465	58.334	65.604
5479.322	0.015	3.992	3.185	0	0.008	0.006
5479.324	0.015	3.882	3.06	0.009	2.618	2.038
5480	0.011	3.863	2.969	0.016	10.884	7.782
5482.938	0	3.547	2.329	0	4.835	3.132
5484.322	0	3.441	2.198	0	0.007	0.004
5484.324	0	3.441	2.197	0	65.508	36.046
5500	0	4.917	2.401	0.153	54.103	34.857
5514.322	0.021	2.638	2.466	0.286	13.05	14.271
5520	0.079	1.958	2.561	0.732	14.476	20.394
5527.938	0.105	1.689	2.578	2.729	14.658	33.771
5540	0.347	0.742	3.022	14.396	3.45	24.815
5547.938	3.28	0.128	3.231	24.223	0.628	17.872
5552.938	6.41	0.123	3.918	0.015	0	0.01
5552.94	8.128	0.25	6.22	91.5	1.315	45.295
5560	17.792	0.123	6.611	682.481	2.464	143.825
5580	50.456	0.123	7.771	1270.142	2.473	163.625
5600	76.558	0.124	8.591	1286.402	1.977	139.067
5615.976	84.483	0.124	8.818	0.145	0	0.015
5615.978	60.17	0.124	6.64	233.394	0.496	25.939
5620	55.888	0.123	6.259	53.992	0.12	6.061
5620.976	54.751	0.123	6.162	0.109	0	0.012

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
5620.978	54.748	0.123	6.161	989.489	2.345	115.053
5640	49.288	0.123	5.935	248.838	0.642	30.567
5645.212	46.199	0.123	5.794	298.564	0.691	37.908
5650.826	60.165	0.123	7.711	245.322	0.615	32.618
5655.826	37.964	0.123	5.337	152.556	0.514	22.007
5660	35.135	0.123	5.208	134.55	0.754	31.766
5666.131	8.757	0.123	5.154	0	0	0
TOTALES				**8803.824**	**9875.064**	**17901.373**

- Eje_WTG04:

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0	0.565	0.172	2.642	3.393	1.881	18.431
6.698	0.448	0.39	2.861	1.118	1.223	7.619
9.332	0.401	0.539	2.924	3.912	9.975	31.443
20	0.333	1.331	2.97	2.696	19.747	37.048
33.04	0.081	1.698	2.712	0.684	10.818	19.044
40	0.116	1.411	2.761	0.54	7.76	15.61
45.646	0.075	1.338	2.769	0.495	12.365	20.303
53.04	0.059	2.007	2.723	0.166	13.282	14.214
58.04	0.008	3.306	2.963	0	0.007	0.006
58.042	0.008	3.381	3.043	0.014	6.715	5.92
60	0.006	3.478	3.004	1.531	53.791	65.956
80	0.147	1.901	3.592	10.937	27.467	78.373
100	0.947	0.845	4.245	11.034	25.957	80.816
120	0.156	1.75	3.836	1.138	9.97	23.466
125.991	0.223	1.578	3.997	0	0.003	0.007
125.993	0.217	1.263	3.309	1.045	5.729	15.578
130.991	0.201	1.03	2.925	0	0.002	0.006
130.993	0.202	1.03	2.925	2.978	8.419	26.732
140	0.46	0.84	3.011	2.077	4.848	17.61
145.991	0.234	0.779	2.868	9.284	6.824	40.138
160	1.092	0.196	2.863	6.235	1.46	17.756
166.08	0.959	0.285	2.978	5.324	2.098	15.83
171.08	1.17	0.555	3.354	0.002	0.001	0.007
171.082	1.222	0.773	4.012	10.514	7.201	35.907
180	1.136	0.842	4.041	30.858	12.752	86.152
200	1.95	0.433	4.574	17.233	3.018	33.405
207.043	2.943	0.424	4.912	0.006	0.001	0.009
207.045	2.685	0.157	3.644	11.175	0.808	16.785
212.043	1.787	0.166	3.073	0.004	0	0.006
212.045	1.787	0.166	3.073	9.709	1.811	23.64
220	0.654	0.289	2.871	4.773	1.789	20.399
227.043	0.701	0.219	2.922	5.993	1.445	21.285
234.141	0.987	0.188	3.075	0	0	0
TOTALES				**154.868**	**259.167**	**789.501**

- Eje_WTG05:

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0	0.565	0.338	2.746	13.277	11.552	56.229
20	0.763	0.817	2.877	15.267	9.597	57.469
40	0.764	0.143	2.87	6.128	2.796	25.923

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
49.046	0.591	0.475	2.862	5.294	4.938	29.241
59.282	0.443	0.49	2.852	0.325	0.344	2.047
60	0.462	0.468	2.85	10.727	6.142	57.36
80	0.611	0.146	2.886	8.327	15.771	57.049
100	0.222	1.431	2.819	10.331	15.531	56.947
120	0.812	0.123	2.875	30.96	2.423	57.317
140	2.284	0.12	2.856	10.966	0.588	13.908
144.861	2.227	0.122	2.866	12.453	0.75	17.418
150.987	1.838	0.122	2.821	13.611	1.123	25.128
160	1.182	0.127	2.755	14.892	6.341	55.745
180	0.307	0.507	2.819	11.141	6.222	54.858
200	0.807	0.115	2.666	19.27	2.373	54.263
220	1.12	0.123	2.76	16.845	2.478	56.102
240	0.564	0.125	2.85	6.96	12.629	55.624
260	0.131	1.138	2.712	2.412	27.386	54.033
280	0.11	1.601	2.691	4.101	19.747	54.898
300	0.3	0.374	2.799	6.613	5.467	56.177
320	0.361	0.173	2.819	6.899	5.685	56.261
340	0.329	0.396	2.807	5.542	8.004	55.629
360	0.225	0.405	2.756	4.239	11.77	55.115
380	0.199	0.772	2.755	1.156	4.038	16.378
385.967	0.189	0.581	2.734	2.156	3.397	21.298
395.967	0.242	0.098	1.525	0.302	0.122	2.682
398.459	0	0	0.627	0	0	1.075
400	0	0	0.769	0	0	0.725
400.898	0	0	0.846	0	0	25.935
420	0	0	1.869	0	0	60.789
440	0	0	4.21	0	0	4.065
440.967	0	0	4.198	0	0	77.775
460	0	0	3.974	0	0	3.813
460.967	0	0	3.912	0	0	18.788
465.967	0	0	3.603	0	0	0.007
465.969	0	0	3.603	0	0	51.981
480	0	0	3.806	0	0	2.261
480.945	0	0	0.979	0	0	0.002
480.947	0	0	0.979	0.335	0.503	4.896
485.945	0.134	0.201	0.98	0	0	0.002
485.947	0.134	0.201	0.981	2.975	1.951	27.978
500	0.289	0.076	3.001	0.538	0.137	2.901
500.945	0.85	0.212	3.139	9.086	9.863	45.882
515.945	0.362	1.103	2.978	1.322	3.827	10.758
520	0.29	0.785	2.328	6.729	21.581	51.591
540	0.383	1.373	2.831	4.704	13.733	57.062
560	0.088	0	2.875	0.878	0	59.621
580	0	0	3.087	0	0	77.924
600	0	0	4.705	0	0	0
691.798	0.067	0.43	1.11	6.365	27.698	91.599
736.798	0.215	0.801	2.961	3.494	12.119	48.434
756.798	0.134	0.411	1.883	0.504	2.193	8.351
761.798	0.068	0.466	1.458	0	0.001	0.003
761.8	0.068	0.59	1.635	0	0	0
788.188	0.326	0.769	4.187	0.001	0.001	0.008
788.19	0.324	0.525	3.658	1.962	2.07	17.192
793.188	0.461	0.304	3.221	0.001	0.001	0.006
793.19	0.462	0.304	3.221	3.536	1.987	21.937

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
800	0.577	0.28	3.222	13.958	5.314	64.761
820	0.819	0.251	3.254	2.472	0.809	10.354
823.188	0.732	0.256	3.241	9.537	5.06	52.765
840	0.403	0.346	3.036	8.716	5.369	58.048
858.994	0.515	0.219	3.076	0.523	0.227	3.14
860	0.526	0.233	3.166	2.28	1.332	13.298
863.994	0.616	0.434	3.493	0.001	0.001	0.008
863.996	0.663	0.839	4.432	8.236	14.994	69.679
880	0.366	1.034	4.276	6.273	10.046	53.674
892.242	0.659	0.607	4.493	0.001	0.001	0.008
892.244	0.625	0.201	3.54	3.514	1.032	16.657
897.242	0.781	0.212	3.125	0.002	0	0.006
897.244	0.782	0.212	3.125	2.211	0.583	8.578
900	0.822	0.211	3.1	10.519	2.578	38.067
912.242	0.896	0.21	3.119	7.171	1.624	24.258
920	0.952	0.209	3.135	5.719	1.521	22.525
927.242	0.627	0.211	3.086	5.917	4.108	37.494
940	0.301	0.433	2.792	5.312	9.828	55.559
960	0.231	0.55	2.764	3.691	3.1	25.248
969.022	0.588	0.137	2.833	2.877	0.582	12.775
973.501	0.697	0.123	2.871	1.232	0.209	4.87
975.196	0.757	0.123	2.875	4.046	0.796	14.092
980	0.928	0.208	2.992	4.525	1.071	15.832
985.196	0.814	0.204	3.102	9.418	4.012	45.663
1000	0.458	0.338	3.067	8.074	3.581	39.969
1012.863	0.797	0.219	3.148	7.071	1.482	22.03
1020	1.184	0.196	3.026	0.838	0.139	2.133
1020.705	1.194	0.197	3.026	9.585	1.963	29.345
1030.196	0.826	0.216	3.157	5.663	2.638	30.091
1040	0.33	0.322	2.981	1.205	1.572	11.589
1043.908	0.287	0.483	2.95	1.692	4.165	18.906
1050.196	0.251	0.842	3.064	0.835	3.638	11.892
1053.908	0.198	1.118	3.344	0.246	1.471	4.316
1055.196	0.184	1.167	3.359	0	0.003	0.007
1055.198	0.184	1.475	3.869	0.921	6.96	18.926
1060	0.2	1.424	4.014	4.436	25.141	81.691
1080	0.244	1.09	4.155	0.915	4.15	15.089
1083.518	0.276	1.269	4.423	0.001	0.002	0.008
1083.52	0.276	0.838	3.596	2.169	3.15	16.816
1088.518	0.592	0.423	3.133	0.001	0.001	0.006
1088.52	0.592	0.422	3.133	7.333	4.53	35.586
1100	0.686	0.367	3.067	2.113	1.692	10.714
1103.518	0.515	0.595	3.024	5.748	15.295	43.954
1118.518	0.251	1.444	2.837	0.097	0.567	1.101
1118.908	0.245	1.462	2.812	0.231	1.643	3.096
1120	0.178	1.546	2.858	1.809	6.549	12.168
1123.908	0.748	1.805	3.369	0.002	0.004	0.007
1123.91	0.817	1.898	3.603	8.877	34.936	67.231
1140	0.286	2.445	4.754	12.177	30.965	90.086
1158.739	1.013	0.86	4.861	0.002	0.001	0.008
1158.741	0.927	0.238	3.56	1.359	0.276	4.435
1160	1.231	0.201	3.485	6.213	0.741	12.562
1163.739	2.092	0.195	3.234	0.004	0	0.006
1163.741	2.093	0.195	3.234	74.667	2.617	56.288
1180	7.092	0.127	3.69	97.462	1.735	50.683

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
1193.739	7.095	0.126	3.688	15.239	0.273	7.835
1195.9	7.008	0.127	3.563	31.968	0.519	15.533
1200	8.586	0.126	4.013	7.673	0.113	3.637
1200.9	8.466	0.125	4.069	0.019	0	0.01
1200.902	10.886	0.279	5.823	130.761	5.107	101.199
1220	2.807	0.255	4.774	2.682	0.271	4.878
1221.025	2.426	0.274	4.744	0.004	0	0.008
1221.027	2.055	0.19	3.652	7.359	1.109	17.142
1226.025	0.89	0.254	3.207	0.002	0.001	0.006
1226.027	0.89	0.254	3.207	8.353	9.838	43.474
1240	0.306	1.154	3.015	0.299	1.234	3.087
1241.025	0.278	1.252	3.007	1.863	11.543	23.191
1248.739	0.205	1.74	3.006	1.781	11.355	22.236
1256.025	0.284	1.377	3.098	1.249	4.858	11.874
1260	0.344	1.068	2.876	0.352	1.11	2.953
1261.027	0.341	1.094	2.876	9.103	16.328	55.259
1280	0.619	0.628	2.95	13.199	12.402	59.439
1300	0.701	0.613	2.994	11.758	17.167	58.714
1320	0.474	1.104	2.877	11.853	10.035	45.3
1336.218	0.987	0.133	2.709	4.138	0.604	10.807
1340	1.201	0.186	3.005	8.421	1.093	18.778
1346.218	1.508	0.165	3.034	20.21	2.244	41.821
1360	1.425	0.16	3.035	17.073	13.658	60.64
1380	0.282	1.205	3.029	3.495	10.132	34.185
1391.218	0.341	0.601	3.065	3.876	4.313	27.035
1400	0.542	0.381	3.092	3.368	12.452	31.243
1411.218	0.059	1.839	2.479	0.147	13.075	12.78
1416.218	0	3.391	2.633	0	0.007	0.005
1416.22	0	3.392	2.634	0	12.674	9.933
1420	0	3.314	2.622	0	63.598	52.413
1440	0	3.045	2.619	0	76.418	53.867
1460	0	4.596	2.768	0	111.531	58.062
1480	0	6.557	3.039	3.039	28.053	27.581
1487.861	0.773	0.581	3.978	0	0	0
TOTALES				**981.802**	**973.797**	**4131.493**

- Eje_WTG06:

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0	0.597	0.091	2.488	6.289	2.081	24.157
10	0.661	0.326	2.343	4.912	7.055	25.722
20	0.321	1.086	2.801	2.273	15.885	26.835
30	0.133	2.092	2.566	1.361	16.363	26.228
40	0.139	1.181	2.68	1.653	11.135	27.116
50	0.192	1.046	2.743	1.957	10.779	27.33
60	0.2	1.11	2.723	1.397	5.155	15.025
65.483	0.31	0.77	2.758	1.711	3.073	12.787
70	0.448	0.59	2.904	1.844	3.339	15.797
75.483	0.225	0.628	2.858	1.055	2.834	12.892
80	0.242	0.627	2.85	1.754	8.279	28.2
90	0.108	1.029	2.79	1.129	11.838	27.925
100	0.118	1.339	2.795	4.456	9.434	28.851
110	0.774	0.548	2.975	9.456	3.946	30.24
120	1.118	0.241	3.073	0.546	0.115	1.485
120.483	1.144	0.233	3.077	11.243	2.005	28.694

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
130	1.219	0.188	2.953	7.855	3.816	29.591
140	0.352	0.575	2.965	0.158	0.29	1.432
140.483	0.303	0.625	2.963	1.043	5.748	15.615
145.483	0.114	1.674	3.283	0	0.004	0.007
145.485	0.114	1.956	3.736	0.477	9.054	16.069
150	0.097	2.054	3.382	1.183	18.834	35.689
160	0.139	1.712	3.756	1.852	15.112	39.043
170	0.231	1.31	4.052	3.122	11.4	41.633
180	0.393	0.97	4.274	3.294	10.507	42.042
190	0.265	1.131	4.134	2.228	12.993	40.437
200	0.18	1.467	3.953	1.545	16.265	38.601
210	0.129	1.786	3.767	1.435	15.982	35.417
219.415	0.176	1.609	3.757	0	0.003	0.007
219.417	0.174	1.385	3.281	0.102	0.786	1.896
220	0.177	1.31	3.223	0.82	4.992	13.443
224.415	0.195	0.951	2.867	0	0.002	0.006
224.417	0.195	0.951	2.867	1.361	4.176	16.215
230	0.293	0.545	2.942	2.971	4.914	27.805
239.415	0.338	0.499	2.965	0.201	0.289	1.736
240	0.348	0.489	2.969	3.735	4.419	29.724
250	0.4	0.395	2.975	1.84	1.633	13.149
254.415	0.434	0.345	2.981	1.374	1.055	9.271
257.486	0.461	0.342	3.056	1.186	0.829	7.692
260	0.483	0.318	3.063	5.41	2.773	30.719
270	0.599	0.237	3.081	4.218	5.849	30.544
280	0.244	0.933	3.028	1.689	13.556	29.335
290	0.093	1.778	2.839	0.688	18.396	27.655
300	0.044	1.901	2.692	0.096	4.83	6.349
302.486	0.033	1.984	2.415	0.139	16.841	17.853
310	0.004	2.498	2.336	7.893	13.275	26.581
320	1.574	0.157	2.98	4.854	0.368	7.47
322.486	2.331	0.139	3.03	13.919	0.723	16.081
327.486	3.237	0.15	3.402	0.007	0.001	0.008
327.488	3.399	0.377	4.128	7.534	0.946	10.133
330	2.6	0.376	3.939	18.489	3.962	35.882
340	1.098	0.416	3.237	6.528	6.031	31.898
350	0.208	0.79	3.142	1.091	13.354	31.251
360	0.01	1.881	3.108	0.072	20.683	30.735
370	0.004	2.256	3.039	0.002	1.211	1.603
370.549	0.004	2.154	2.801	0	0.004	0.006
370.551	0.004	2.154	2.801	0.011	11.496	12.129
375.549	0	2.446	2.053	0	0.005	0.004
375.551	0	2.446	2.053	0	13.766	9.55
380	0	3.742	2.24	0.457	27.28	25.24
390	0.091	1.714	2.808	0.048	0.941	1.539
390.549	0.083	1.715	2.797	0.727	12.284	25.842
400	0.071	0.885	2.672	0.549	7.946	14.555
405.549	0.127	1.979	2.574	0.337	11.411	11.231
410	0.025	3.148	2.472	0.502	26.87	24.464
420	0.076	2.226	2.421	0.943	19.241	24.178
430	0.113	1.622	2.415	1.504	13.147	25.591
440	0.188	1.007	2.703	3.012	9.623	27.177
450	0.414	0.918	2.732	5.463	6.093	26.662
460	0.678	0.301	2.6	6.033	3.492	26.669
470	0.528	0.397	2.733	5.068	5.419	27.313

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
480	0.485	0.686	2.729	4.754	7.785	27.285
490	0.466	0.87	2.728	4.478	7.503	27.361
500	0.43	0.63	2.745	4.265	5.11	27.639
510	0.423	0.392	2.783	4.004	3.859	27.84
520	0.378	0.38	2.785	2.15	10.899	25.998
530	0.052	1.8	2.415	0.402	20.534	24.45
540	0.028	2.307	2.475	1.032	23.213	25.563
550	0.178	2.336	2.637	2.746	12.773	25.194
560	0.371	0.219	2.401	3.823	5.759	24.319
570	0.393	0.933	2.462	3.277	7.921	24.572
580	0.262	0.651	2.452	4.944	3.929	25.331
590	0.727	0.134	2.614	8.353	1.305	26.514
600	0.944	0.127	2.689	5.187	9.845	26.789
610	0.094	1.842	2.669	1.494	16.119	25.72
620	0.205	1.382	2.475	2.717	10.946	25.965
630	0.338	0.808	2.718	3.421	5.441	27.347
640	0.346	0.281	2.751	4.199	2.623	27.764
650	0.494	0.244	2.801	7.418	1.819	28.431
660	0.99	0.12	2.885	11.047	1.203	28.109
670	1.22	0.121	2.737	10.806	1.176	27.271
680	0.941	0.114	2.717	8.714	1.187	27.896
690	0.801	0.123	2.862	6.645	2.031	28.477
700	0.528	0.283	2.833	6.882	2.012	28.421
710	0.849	0.119	2.851	11.245	1.192	28.006
720	1.4	0.119	2.751	14.033	1.187	27.501
730	1.406	0.118	2.75	8.594	2.022	27.756
740	0.313	0.286	2.801	1.579	16.615	26.153
750	0.003	3.037	2.429	0.016	47.911	25.048
760	0	6.545	2.581	0.679	39.981	25.011
770	0.136	1.451	2.422	3.648	9.186	26.277
780	0.594	0.386	2.834	5.536	4.066	28.273
790	0.514	0.427	2.821	3.611	7.358	27.762
800	0.209	1.044	2.732	1.954	11.431	27.22
810	0.182	1.242	2.712	1.874	8.724	21.282
817.785	0.299	0.999	2.755	0.705	2.206	6.201
820	0.338	0.992	2.844	3.648	6.276	22.435
827.785	0.599	0.62	2.92	1.436	1.275	6.498
830	0.697	0.531	2.948	9.445	3.787	29.375
840	1.192	0.226	2.927	11.914	2.653	29.762
850	1.191	0.305	3.025	9.944	4.067	29.823
860	0.798	0.509	2.94	6.458	6.46	28.964
870	0.494	0.783	2.853	1.277	2.312	7.922
872.785	0.423	0.877	2.835	2.742	6.814	20.385
880	0.337	1.012	2.815	4.178	8.581	28.41
890	0.499	0.704	2.867	1.448	1.729	8.062
892.785	0.541	0.537	2.923	4.752	2.291	16.075
897.785	1.36	0.379	3.508	0.003	0.001	0.008
897.787	1.718	0.448	4.409	4.001	0.892	9.692
900	1.898	0.359	4.351	30.159	3.307	45.354
910	4.134	0.303	4.72	53.551	3.016	48.812
920	6.576	0.3	5.042	81.498	2.995	52.354
930	9.723	0.299	5.429	119.158	2.973	56.777
940	14.108	0.296	5.927	165.031	2.995	62.161
950	18.898	0.303	6.505	210.403	2.552	66.565
960	23.183	0.207	6.807	250.063	1.661	68.738

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
970	26.83	0.125	6.94	273.765	1.239	69.589
980	27.923	0.123	6.978	100.873	0.565	31.993
984.585	16.078	0.123	6.978	0	0	0
TOTALES				**1700.08**	**933.548**	**3082.551**

- Eje_WTG07:

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0	0.441	0.184	2.453	3.9	4.203	25.593
10	0.339	0.657	2.666	3.763	5.96	26.778
20	0.413	0.535	2.69	4.642	4.704	27.109
30	0.515	0.406	2.732	5.571	3.688	26.803
40	0.599	0.332	2.629	6.599	2.497	26.476
50	0.721	0.167	2.666	8.354	1.441	26.94
60	0.95	0.121	2.722	7.906	1.215	27.865
70	0.631	0.122	2.851	11.194	1.151	28.073
80	1.608	0.108	2.763	18.768	1.198	28.391
90	2.146	0.132	2.915	15.191	1.357	27.806
100	0.892	0.14	2.646	5.807	3.021	27.169
110	0.269	0.465	2.787	2.608	4.769	27.792
120	0.252	0.489	2.771	0.813	1.537	9.23
123.335	0.235	0.433	2.765	0.338	0.622	3.995
124.78	0.233	0.428	2.765	1.225	2.35	14.433
130	0.236	0.472	2.765	2.601	4.508	27.646
140	0.284	0.429	2.764	3.167	4.198	27.645
150	0.349	0.41	2.765	3.837	4.428	27.621
160	0.418	0.476	2.759	4.391	5.43	27.463
170	0.46	0.611	2.733	4.503	6.83	27.256
180	0.44	0.756	2.718	3.826	6.897	26.979
190	0.325	0.624	2.678	2.763	6.31	26.599
200	0.228	0.638	2.642	2.188	5.134	24.573
209.62	0.227	0.429	2.467	0.086	0.168	0.937
210	0.224	0.453	2.465	0.975	2.23	10.862
214.417	0.218	0.556	2.453	1.227	3.669	13.662
220	0.221	0.758	2.442	1.873	9.202	24.317
230	0.153	1.083	2.422	1.318	10.164	24.928
240	0.11	0.95	2.564	2.124	7.374	24.986
250	0.314	0.525	2.433	3.977	5.23	24.488
260	0.481	0.521	2.464	1.86	1.394	7.471
262.89	0.806	0.443	2.706	2.313	1.115	8.304
265.987	0.687	0.277	2.657	1.692	3.192	10.759
270	0.156	1.314	2.705	1.822	11.684	27.219
280	0.208	1.023	2.739	2.007	9.092	27.403
290	0.193	0.796	2.742	2.306	6.111	27.627
300	0.268	0.426	2.784	5.086	2.735	28.197
310	0.749	0.121	2.856	9.789	1.206	28.074
320	1.209	0.121	2.759	13.827	1.215	27.796
330	1.556	0.122	2.8	15.453	1.224	28
340	1.534	0.123	2.8	12.46	1.231	28.509
350	0.958	0.124	2.902	8.537	1.233	28.926
360	0.75	0.123	2.883	9.073	1.224	28.147
370	1.065	0.122	2.746	3.929	0.447	10.065
373.658	1.083	0.123	2.756	1.5	0.17	3.82
375.044	1.082	0.123	2.756	5.316	0.607	13.655
380	1.064	0.123	2.754	10.485	1.226	27.529

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
390	1.033	0.123	2.751	9.091	1.227	28.128
400	0.785	0.123	2.874	7.4	1.227	28.701
410	0.695	0.123	2.866	6.352	1.247	28.569
420	0.575	0.127	2.848	7.57	1.247	28.677
430	0.939	0.123	2.887	9.871	1.225	28.194
440	1.036	0.123	2.751	10.396	1.224	27.508
450	1.044	0.122	2.75	9.863	1.224	27.456
460	0.929	0.123	2.741	7.838	1.225	28.001
470	0.639	0.123	2.859	6.636	1.225	28.634
480	0.688	0.123	2.867	6.691	1.311	28.634
490	0.65	0.14	2.859	6.775	1.325	28.624
500	0.705	0.125	2.866	6.827	1.367	28.626
510	0.66	0.148	2.86	5.967	2.004	28.488
520	0.533	0.253	2.838	3.824	5.024	27.997
530	0.231	0.752	2.761	1.715	10.891	27.201
540	0.112	1.426	2.679	0.615	19.078	25.015
550	0.011	2.389	2.324	0.386	18.82	24.857
560	0.066	1.375	2.647	1.066	10.948	26.86
570	0.147	0.815	2.725	2.622	3.074	18.315
576.559	0.652	0.122	2.86	3.572	0.418	9.676
580	1.423	0.12	2.764	2.799	0.288	6.536
582.374	0.934	0.123	2.743	5.104	1.731	21.202
590	0.404	0.331	2.818	3.596	3.754	28.081
600	0.315	0.419	2.798	3.097	4.426	27.968
610	0.304	0.466	2.795	2.844	5.089	27.9
620	0.264	0.552	2.785	3.384	4.297	28.004
630	0.412	0.307	2.816	3.877	3.464	28.123
640	0.363	0.385	2.809	3.972	3.222	28.178
650	0.431	0.259	2.827	6.433	1.908	28.536
660	0.855	0.123	2.88	12.597	1.224	28.341
670	1.664	0.122	2.788	15.798	1.22	27.904
680	1.495	0.122	2.793	10.937	1.59	28.182
690	0.692	0.196	2.844	5.363	2.721	28.259
700	0.38	0.348	2.808	7.915	2.356	28.885
710	1.203	0.123	2.969	16.965	1.232	29.07
720	2.19	0.123	2.845	18.859	1.225	28.288
730	1.581	0.122	2.813	8.265	0.681	15.6
735.572	1.385	0.123	2.787	1.602	0.146	3.325
736.767	1.295	0.122	2.777	3.805	0.394	8.938
740	1.059	0.122	2.752	7.553	2.423	27.833
750	0.452	0.363	2.815	3.938	3.903	28.082
760	0.336	0.418	2.801	3.608	3.76	28.083
770	0.386	0.334	2.815	4.016	3.168	28.173
780	0.417	0.299	2.819	3.413	4.549	27.986
790	0.265	0.61	2.778	2.167	8.188	27.526
800	0.168	1.027	2.727	1.339	12.458	27.023
810	0.099	1.464	2.677	1.608	11.818	27.185
820	0.222	0.899	2.76	2.553	7.054	27.699
830	0.288	0.512	2.78	4.836	4.141	28.103
840	0.679	0.317	2.841	0.824	0.392	3.47
841.222	0.67	0.324	2.838	6.699	5.67	34.457
850	0.857	0.968	5.012	6.94	11.931	49.072
860	0.531	1.418	4.802	4.212	14.979	49.271
870	0.311	1.577	5.052	2.165	8.861	30.199
876.222	0.385	1.271	4.655	1.353	5.157	18.456

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
880	0.332	1.459	5.115	4.708	12.788	54.027
890	0.61	1.098	5.69	15.05	8.838	58.098
900	2.4	0.669	5.93	29.031	5.756	62.432
910	3.406	0.482	6.557	0.756	0.106	1.457
910.222	3.402	0.472	6.573	0.007	0.001	0.014
910.224	3.808	0.661	7.787	35.674	6.762	77.875
920	3.49	0.722	8.145	20.307	13.597	80.811
930	0.571	1.997	8.018	3.127	28.65	67.037
940	0.054	3.733	5.39	0.598	31.081	51.717
950	0.065	2.483	4.954	0.472	33.56	51.954
960	0.029	4.229	5.437	0.223	44.815	50.019
970	0.015	4.734	4.566	0.149	48.05	45.015
980	0.014	4.876	4.436	0.102	45.445	42.822
990	0.006	4.213	4.128	0.098	41.653	42.394
1000	0.014	4.118	4.351	0.365	38.68	45.867
1010	0.059	3.618	4.822	0.774	33.194	51.164
1020	0.096	3.02	5.41	1.533	26.203	60.224
1030	0.211	2.22	6.634	2.505	18.132	62.538
1038.829	0.356	1.887	7.532	0.001	0.003	0.013
1038.831	0.338	0.753	5.061	0.418	0.853	5.893
1040	0.377	0.705	5.021	5.815	6.034	47.776
1050	0.786	0.502	4.534	9.787	4.826	43.516
1060	1.171	0.464	4.169	15.657	3.567	38.42
1069.679	2.064	0.273	3.77	0.67	0.088	1.216
1070	2.11	0.276	3.804	11.628	1.445	18.981
1074.679	2.86	0.341	4.309	16.947	1.645	23.066
1080	3.51	0.277	4.36	45.944	2.018	44.282
1090	5.679	0.126	4.496	17.087	0.352	12.78
1092.829	6.401	0.123	4.539	56.14	1.601	36.452
1100	9.257	0.324	5.628	110.765	3.224	58.42
1110	12.896	0.321	6.056	154.16	3.017	63.247
1120	17.936	0.283	6.593	209.45	2.027	67.097
1130	23.954	0.123	6.826	256.715	1.227	68.896
1140	27.389	0.123	6.953	53.743	0.239	13.553
1141.947	27.817	0.123	6.969	0.048	0	0.012
1141.949	20.205	0.123	4.736	70.311	0.614	20.791
1146.947	7.931	0.123	3.584	0.016	0	0.007
1146.949	7.927	0.123	3.583	22.611	0.375	12.041
1150	6.896	0.122	4.31	0	0	0
TOTALES				**1725.893**	**871.81**	**3979.932**

2.3. Plataformas

Movimiento de tierras	Cota	Superficie desbroce (m2)	Excavación		Terraplén	Compensación de Tierras	Firmes
			Tierra vegetal (m3)	Suelo (m3)	Núcleo (m3)	Desmonte - Terraplén	Sub Base Material Granular (m^3)
Plataforma WTG01	70.2	25199	8819.65	3567.084	6845.796	-3278.712	346.00
Plataforma WTG02	45.0	20377	7131.95	6785.797	7912.765	-1126.968	346.00

Movimiento de tierras	Cota	Superficie desbroce (m2)	Excavación		Terraplén	Compensación de Tierras	Firmes
			Tierra vegetal (m3)	Suelo (m3)	Núcleo (m3)	Desmonte - Terraplén	Sub Base Material Granular (m^3)
Plataforma WTG03	35.8	24598	8609.3	5953.684	6968.205	-1014.521	346.00
Plataforma WTG04	32.8	24969	8739.15	3223.651	1280.391	1943.26	346.00
Plataforma WTG05	32.7	19023	6658.05	6455.049	5226.274	1228.775	346.00
Plataforma WTG06	32.0	24637	8622.95	2808.169	10211.512	-7403.343	346.00
Plataforma WTG07	42.4	27701	9695.35	10725.15	1369.7938	9355.3562	346.00

2.4. Maniobras

Movimiento de tierras	Superficie desbroce (m2)	Excavación		Terraplén	Compensación de Tierras	Firmes	
		Tierra vegetal (m3)	Suelo (m3)	Núcleo (m3)	Desmonte - Terraplén	Sub Base Material Granular (m^3)	Base Zahorra Artificial (m^3)
Maniobra WTG01	2323	830.55	457.412	113.43	343.982	112.06	67.23
Maniobra WTG02	1732	606.2	0.747	776.293	-775.546	112.06	67.23
Maniobra WTG03	1978	692.3	1.612	658.349	-656.737	112.06	67.23
Maniobra WTG04	2522	882.7	258.836	0	258.836	112.06	67.23
Maniobra WTG05	1872	655.2	0	929.625	-929.625	112.06	67.23
Maniobra WTG06	1866	653.1	0	1078.677	-1078.68	112.06	67.23
Maniobra WTG07	2438	853.3	1430.11	0	1430.11	112.06	67.23

2.5. Campas

Movimiento de tierras	Cota	Superficie desbroce (m2)	Excavación		Terraplén	Compensación de Tierras
			Tierra vegetal (m3)	Suelo (m3)	Núcleo (m3)	Desmonte - Terraplén
Campa Acopio Norte	59.7	17739	6208.65	10589.37	12624.11	-2034.74

Movimiento de tierras	Cota	Superficie desbroce (m2)	Excavación		Terraplén	Compensación de Tierras
			Tierra vegetal (m3)	Suelo (m3)	Núcleo (m3)	Desmonte - Terraplén
Campa Acopio sur	38.6	21279	7447.65	3602.625	4514.188	-911.562

3. Balance de tierras

Por último, se incluyen dos tablas resumen de los movimientos de tierra.

Esta primera tabla contiene un resumen de las superficies de desbroce y del volumen de tierra vegetal.

	Movimiento de tierras	Superficie de desbroce (m2)	Volumen de tierra vegetal (m3)
Viales	Eje_Acceso	2450.893	857.812
	Eje_WTG01	9125.21	3193.823
	Eje_WTG02	7829.023	2740.158
	Eje_WTG03	51146.788	17901.376
	Eje_WTG04	2255.718	789.501
	Eje_WTG05	11804.265	4131.493
	Eje_WTG06	8807.278	3082.547
	Eje_WTG07	11371.24	3979.932
Plataformas	Plataforma WTG01	25199	8819.65
	Plataforma WTG02	20377	7131.95
	Plataforma WTG03	24598	8609.3
	Plataforma WTG04	24969	8739.15
	Plataforma WTG05	19023	6658.05
	Plataforma WTG06	24637	8622.95
	Plataforma WTG07	27701	9695.35
Zonas auxiliares	Campa Acopio Norte	17739	6208.65
	Campa Acopio Sur	21279	7447.65
	Maniobra WTG01	2323	830.55
	Maniobra WTG02	1732	606.2
	Maniobra WTG03	1978	692.3
	Maniobra WTG04	2522	882.7
	Maniobra WTG05	1872	655.2
	Maniobra WTG06	1866	653.1
	Maniobra WTG07	2438	853.3
	TOTAL	**325043.415**	**113782.692**

La tabla mostrada a continuación presenta el balance de tierras resultante con las mediciones en m³.

Movimiento de tierras	Excavación (m^3)	Relleno (m^3)
Volumen de viales y plataformas	60783.909	55749.504
Zonas auxiliares (campas y maniobras)	16340.712	20694.672

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

Anejo 8: Justificación de la sección de firme

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales", LMT de interconexión PE y subestación elevadora 66/30 kV en los TT.MM. de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 18,49 MW
Potencia instalada eólica: 31,50 MW
Capacidad de acceso: 31,50 MW

Promotor**: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Julio 2023

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3

2. SECCIONES DE FIRME 3

2.1. ACCESOS (FIRME AGLOMERADO) 3

2.2. VIALES INTERNOS 3

2.2.1. Firmes pendientes <10% 4

2.2.2. Firmes pendientes >10% 4

2.2.3. Explanada 5

3. RESUMEN SECCIONES DE FIRME 6

4. MEDICIONES DE FIRME DE VIALES 6

1. Introducción

El objetivo del presente documento es definir las características de los viales que componen el parque eólico objeto de estudio. Este parque sitúa los aerogeneradores en los términos municipales de El Puerto de Santa María y Jerez de la Frontera, provincia de Cádiz, mientras que la evacuación y el resto de las infraestructuras están ubicadas en el término municipal de Sanlúcar de Barrameda, provincia de Cádiz.

2. Secciones de firme

2.1. Accesos (firme aglomerado)

El acceso al parque eólico se realizará desde la carretera A – 2078, la cual se encuentra en buen estado de conservación. Desde dicha carretera se accederá a las dos zonas del parque eólico a través de caminos públicos existentes.

Para facilitar el paso y giro de la maquinaria y camiones implicados en la obra, el entronque de dicho vial con la carretera deberá ser actualizado, dicha reforma se realizará de acuerdo a la normativa vigente.

La carretera tiene un ancho aproximado de 8 m con firme en buen estado. A continuación, se muestra una imagen de los puntos de conexión previstos de viales de acceso con la carretera A – 2078.

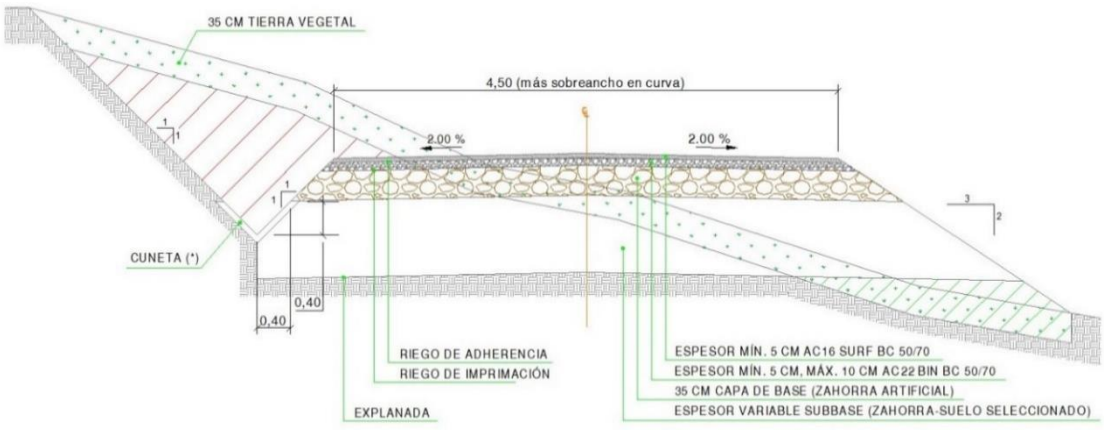


Ilustración 1. Sección tipo viales de acceso

2.2. Viales internos

En general, los vehículos de transporte podrán circular por pendientes de hasta un 8% en línea recta, en sentido de la marcha y en buenas condiciones climáticas y de condiciones del firme. Excepcionalmente puede llegarse al 14% pero teniendo en cuenta que pendientes superiores a 8% pueden requerir de un vehículo extra de remolque o empuje, y que pendientes superiores a 10% requieren de sobreanchos en curvas y hormigonar la superficie para conseguir una óptima adherencia y tracción.

2.2.1. Firmes pendientes <10%

En cuanto al paquete de firme este se ejecutará como norma general mediante una capa subbase de 25 cm de espesor de material granular + capa base de 15 cm de zahorra artificial. Además, en zonas de terraplén se dispondrán 35 cm de tierra vegetal.

Las zahorras cumplirán las prescripciones que figuran en el artículo 510 del PG3:

- Capacidad portante base y sub-base: ensayo de placa de carga estática para una presión en superficie de 12T por eje, será de Ev2 ≥ 100 MN/m² y Ev2/Ev1 ≤ 2.3.
- Capacidad portante base y sub-base: ensayo de placa de carga estática para una presión en superficie de 20T por eje será de Ev2 ≥ 120 MN/m² y Ev2/Ev1 ≤ 2.2.

El nivel de compactación de la capa de base se corresponderá con una densidad seca no inferior al 98% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor modificado. La capacidad portante mínima del terreno será de 180 kN/m².

El nivel de compactación de la subbase se corresponderá con una densidad seca no inferior al 95% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor modificado.

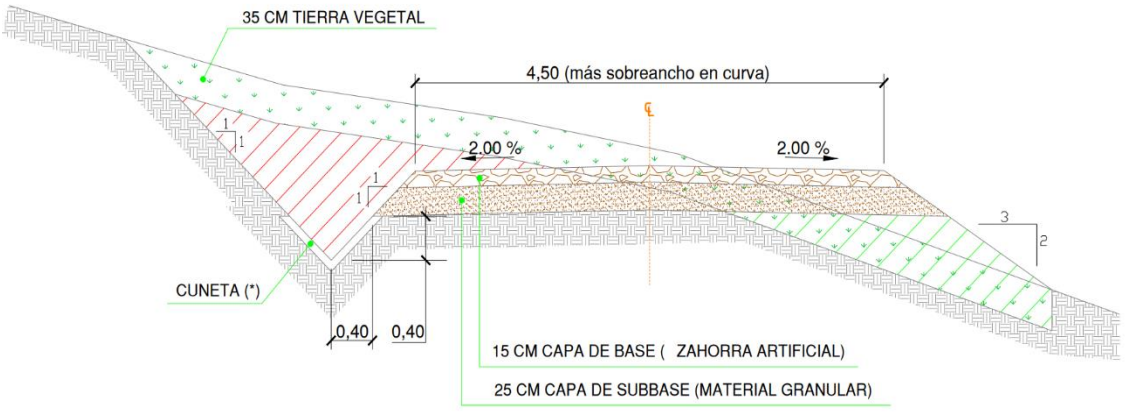


Ilustración 2. Sección tipo viales para pendientes <10%

2.2.2. Firmes pendientes >10%

La capa de rodadura cumplirá con las especificaciones que figuran en el artículo 550 del PG-3. Corresponde con un firme de hormigón HF-3,5 con una resistencia de 3.5 MPa. El acabado superficial asegurará la adherencia de los vehículos.

El nivel de compactación de la subbase se corresponderá con una densidad seca no inferior al 95% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor modificado.

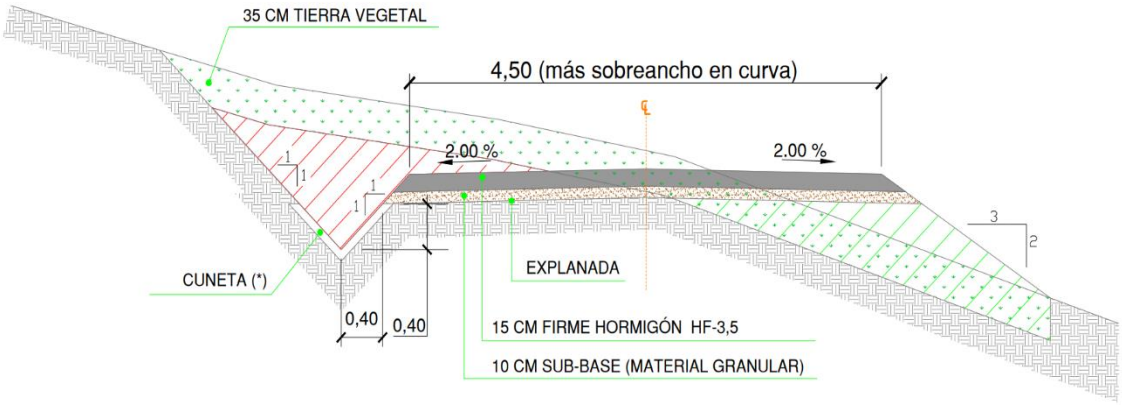


Ilustración 3. Sección tipo viales para pendientes >10%

2.2.3. Explanada

Los materiales para el terraplén serán los correspondientes a los de uso en cada una de sus zonas teniendo en cuenta el artículo 330 del PG3. El material para terraplén procedente de la excavación será no marginal y deberá cumplir con las siguientes características:

- Capacidad portante explanada: ensayo de placa de carga estática Ev2 ≥ 50 MN/m². Y Ev2/Ev1 ≤ 2.3, independientemente del contenido en sales y granulometría.

En ampliación de caminos existentes, en ningún caso será apto para terraplén material marginal.

El terraplén será ejecutado con material granular procedente de la excavación o de préstamo, pero en ningún caso se podrá utilizar zahorra reciclada, que contenga impurezas y/o elementos punzantes y/o metales que puedan dañar los vehículos, siendo los costes de los daños por cuenta del contratista.

En caso que la coronación de la explanada existiese roca, únicamente se ejecutará el paquete de firme. El material de relleno se extenderá en tongadas de 30 cm. El nivel de compactación se corresponderá con una densidad seca no inferior al 95% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor Modificado.

Con los viales diseñados se garantiza el tránsito rodado y el acceso a todos los aerogeneradores y a la torre de medición meteorológica.

La longitud total de viales proyectada es de 12297 m.

3. Resumen secciones de firme

A continuación se muestra una tabla en la que se indica el tipo de sección a aplicar en cada vial.

VIAL	PK INICIAL	PK FINAL	SECCIÓN TIPO
Eje_Acceso	0+000,00	0+130,00	VIAL AGLOMERADO
Eje_WTG01	0+000,00	0+858,838	VIAL PRIMARIO
Eje_WTG02	0+000,00	0+779,976	VIAL PRIMARIO
Eje_WTG03	0+000,00	5+872,902	VIAL PRIMARIO
Eje_WTG04	0+000,00	0+426,737	VIAL PRIMARIO
Eje_WTG05	0+000,00	1+679,871	VIAL PRIMARIO
Eje_WTG06	0+000,00	1+191,339	VIAL PRIMARIO
Eje_WTG07	0+000,00	1+357,005	VIAL PRIMARIO

4. Mediciones de firme de viales

Vial interno	V. Material granular	V. Zahorra	V. AC16	V. AC22
Eje_Acceso	-	441.815	58.304	59.267
Eje_WTG01	1315.998	726.201	-	-
Eje_WTG02	1228.73	675.764	-	-
Eje_WTG03	8353.867	4507.302	-	-
Eje_WTG04	593.921	325.067	-	-
Eje_WTG05	2115.826	1143.768	-	-
Eje_WTG06	1640.905	890.138	-	-
Eje_WTG07	1975.814	1081.615	-	-

Anejo 9: Estudio de Seguridad y Salud

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales", LMT de interconexión PE y subestación elevadora 66/30 kV en los TT.MM. de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 18,49 MW
Potencia instalada eólica: 31,50 MW
Capacidad de acceso: 31,50 MW

Promotor**: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Julio 2023

ÍNDICE

MEMORIA 7

1. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 8

1.1. DATOS GENERALES 8

1.1.1. Datos del proyecto 8

1.1.2. Promotor 8

1.1.3. Proyectista 8

1.1.4. Coordinador de seguridad y salud en proyecto 9

1.1.5. Normas de seguridad aplicables 9

1.1.6. Obligaciones en Materia de Seguridad y Salud 11

1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA 13

1.2.1. Descripción de la obra 13

1.2.2. Centros asistenciales más próximos 15

1.2.3. Acceso a la obra y vallado 17

1.2.4. Personal en obra y duración de la obra 18

1.3. ALCANCE 18

1.4. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD 19

1.5. SEGUROS 19

2. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES 20

2.1. FORMACIÓN EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES 20

2.1.1. Charla de seguridad y primeros auxilios para el personal de ingreso en obra 20

2.1.2. Charla sobre riesgos específicos 20

2.2. DOCUMENTACIÓN A DISPOSICIÓN DEL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD 20

2.3. RECONOCIMIENTO MÉDICO DE LOS TRABAJADORES 21

2.4. ACCIDENTES IN ITINERE 21

2.5. PRIMEROS AUXILIOS 21

2.6. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD 22

2.7. PROTECCIÓN DE LOS MENORES 22

2.8. SEGURO DE RIESGOS LABORALES 22

3. DISPOSICIONES FACULTATIVAS 22

3.1. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA 22

3.2. INFORMACIÓN Y FORMACIÓN 23

3.3. ACCIDENTE LABORAL 24

3.3.1. Actuaciones 24

3.3.2. Comunicaciones 24

3.3.3. Actuaciones administrativas 25

3.4. APROBACIÓN DE CERTIFICACIONES 25

3.5. PRECIOS CONTRADICTORIOS 26

3.6. LIBRO DE INCIDENCIAS 26

3.7. LIBRO DE ORDENES 27

3.8. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES 27

3.9. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS 27

3.10. DOCUMENTACIÓN 27

4. DISPOSICIONES TÉCNICAS 28

4.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBERÁN APLICARSE EN LAS OBRAS 28

4.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN 28

4.2.1. Equipos de protección individual (EPIs) 28

4.2.2. Equipos de protección colectiva 30

4.3. SEÑALIZACIÓN 31

4.3.1. Señalización de riesgos en el trabajo 31

4.3.2. Señalización vial 31

4.3.3. Características técnicas 31

4.3.4. Montaje de las señales 31

4.3.5. Protecciones durante la colocación de la señalización 31

4.4. ÚTILES Y HERRAMIENTAS PORTÁTILES 32
4.5. MAQUINARIA 32
4.6. INSTALACIONES PROVISIONALES 33
4.6.1. Instalación eléctrica 33
4.6.2. Servicios de higiene y bienestar en obra 34
5. DISPOSICIONES ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS 35
6. PROCESO ANÁLISIS DE RIESGOS 35
7. ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO 37
7.1. ACTIVIDADES PRINCIPALES 37
7.2. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO 37
7.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD 38
7.4. MOVIMIENTOS DE TIERRAS 39
7.4.1. Normas de seguridad 39
7.4.2. Identificación de riesgos 42
7.4.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs 43
7.5. CIMENTACIONES 44
7.5.1. Normas de seguridad 44
7.5.2. Identificación de riesgos 45
7.5.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs 46
7.6. MONTAJE AEROGENERADORES 47
7.6.1. Normas de seguridad 47
7.6.2. Identificación de riesgos 49
7.6.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs 49
7.7. MONTAJE DE AEROGENERADORES 50
7.7.1. Normas de seguridad 50
7.7.2. Identificación de riesgos 51
7.7.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs 51

7.8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA 51
7.8.1. Normas de seguridad 52
7.8.2. Identificación de riesgos 54
7.8.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs 55
7.9. PUESTA EN MARCHA 55
7.9.1. Normas de seguridad 55
7.9.2. Identificación de riesgos 56
7.9.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs 56
8. ANÁLISIS DE MÁQUINAS Y EQUIPOS 57
8.1. MÁQUINAS Y EQUIPOS 57
8.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y SALUD 59
8.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN 60
8.4. MAQUINARIA 61
8.4.1. Bulldozer 61
8.4.2. Retroexcavadora 61
8.4.3. Apisonadora 63
8.4.4. Bañera y camión volquete 64
8.4.5. Camión hormigonera 65
8.4.6. Camión grúa y camión con pluma 66
8.4.7. Dumper 67
8.4.8. Autohormigonera 68
8.4.9. Zanjadora 68
8.4.10. Maquina hincapostes 70
8.5. EQUIPOS 72
8.5.1. Compresor neumático 72
8.5.2. Martillo neumático 72
8.5.3. Sierra circular portátil 73

8.5.4. Instalación eléctrica auxiliar 73

8.5.5. Escaleras manuales 76

8.5.6. Andamios y plataformas de trabajo 78

8.5.7. Estrobos, cables y cuerdas 79

8.6. INSTALACIONES PROVISIONALES 79

PLIEGO DE CONDICIONES 81

1. LEGISLACIÓN 82

2. CONSIDERACIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA 83

3. CONSIDERACIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 84

4. SEÑALIZACIÓN DE OBRA 84

5. EQUIPOS DE SEGURIDAD DE LOS MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y EQUIPOS 85

6. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES 85

7. ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL 86

8. COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE 87

9. SEGURIDAD DE LA OBRA 87

10. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD 88

11. OBLIGACIONES DE CADA CONTRATISTA ADJUDICATARIO EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD 89

12. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD 89

13. LIBRO DE INCIDENCIAS 90

14. SEGURIDAD DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y PATRONAL 91

15. SUBCONTRATACIÓN 91

PRESUPUESTO 93

PLANOS 97

Memoria

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

1. Objeto del estudio de seguridad y salud

El objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es establecer las directrices generales encaminadas a disminuir, en la medida de lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como a la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan, durante la ejecución de las obras de la instalación hibrida “PE-IFV Los Morales”, la LMT de interconexión PE y la subestación elevadora 66/30 kV en los términos municipales de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz).

El presente Estudio de Seguridad y Salud se ha elaborado en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales, en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. También se ha dado cumplimiento al Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

1.1. Datos generales

1.1.1. Datos del proyecto

- Título: Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales", LMT de interconexión PE y subestación elevadora 66/30 kV en los TT.MM. de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz).
- Situación: El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz).
- Presupuesto Ejecución (Según Proyecto): 52.733.381,02 €

1.1.2. Promotor

- Nombre: Iberian Retail Bernerga 6, S.L.U
- C.I.F.: B-71356596
- Dirección: Avda Charles Darwin S/N, Pabellón Monorraíl, 41092, Sevilla, España.

1.1.3. Proyectista

- Proyectista: Manuel Cañas Mayordomo
- Titulación: Ingeniero Agrónomo
- Proyectista: Daniel Correro Cabrera
- Titulación: Ingeniero Industrial
- Empresa: Ingnova Enterprise S.L.
- Dirección: C/ Tomas de Aquino, 14 (Local), Córdoba (C.P: 14004)
- CIF: B-56006984

1.1.4. Coordinador de seguridad y salud en proyecto

- Coordinador de seguridad y salud: Manuel Cañas Mayordomo
- Titulación: Ingeniero Agrónomo
- Coordinador de seguridad y salud: Daniel Correro Cabrera
- Titulación: Ingeniero Industrial
- Empresa: Ingnova Enterprise S.L.
- Dirección: C/ Tomas de Aquino, 14 (Local), Córdoba (C.P: 14004)
- CIF: B-56006984

1.1.5. Normas de seguridad aplicables

Las normativas indicadas en este punto serán de obligado cumplimiento durante la ejecución del Proyecto:

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por la que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, De 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- R.D. 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el trabajo en los puntos no derogados (O.M. 09/03/1971)
- Orden de 28 de agosto de 1979 por la que se aprueba la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica en los puntos no derogados.
- R.D. 485/1997 de 14 de abril Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.

- R.D. 486/1997 de 14 de abril Seguridad y Salud en los locales de trabajo.
- R.D. 487/1997 de 14 de abril Manipulación manual de cargas.
- R.D. 773/1997 de 30 de mayo Utilización de Equipos de Protección Individual.
- R.D. 1215/1997 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- R.D. 614/2001 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 5/2000 de 4 de agosto por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- R.D. 2001/1983 sobre regulación de jornadas de trabajo especiales y descansos.
- R.D. 374/2001 de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas
- R.D. 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debido a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 2486/1994 de 23 de diciembre modifica el R.D. 1495/1991 sobre recipientes a presión simples.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- Real Decreto 159/1995 de 3 de febrero las modificaciones del R.D. 1435/1992 de aproximación de las legislaciones sobre los equipos de protección individual.
- Resolución de 10 de septiembre de 1998 que desarrolla el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
- Resolución de 16 de junio de 1998 por el que se desarrolla el Reglamento de Aparatos a Presión.

- Orden de 29 de abril de 1999, modifica Orden de 6 de mayo de 1988 sobre requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades en los centros de trabajo.

- Resolución de 8 de abril de 1999 sobre delegación de Facultades en materia de Seguridad y salud en las obras de construcción. (complementa al R.D. 1627/1997).

- Orden de 27 de julio de 1999 por la que se determinan las condiciones que deben reunir los extintores de incendios instalados en vehículos de transporte de personas o mercancías.

- Real Decreto 1849/2000 de 10 de noviembre por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de Productos Industriales.

- Real Decreto Legislativo 6/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial.

- Real Decreto 222/2001 por el que se dictan las disposiciones de aplicación a la Directiva 1999/36/CE relativa a equipos a presión transportables.

- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10

- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- Ley 33/2002 de 5 de julio de modificación del art. 28 del texto refundido de la Ley del estatuto de los trabajadores.

- Orden 06-06-2003, de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, por la que se regulan las campañas de prevención de incendios forestales.

1.1.6. Obligaciones en Materia de Seguridad y Salud

- El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre se ocupa de las obligaciones del Promotor, reflejadas en los Artículos 3 y 4; Contratista, en los Artículos 7, 11, 15 y 16; Subcontratistas, en el Artículo 11, 15 y 16 y Trabajadores Autónomos en el Artículo 12.

- El autor del encargo adoptará las medidas necesarias para que el Estudio de Seguridad y Salud quede incluido como documento integrante del Proyecto de Ejecución de Obra. Dicho Estudio de Seguridad y Salud será visado en el Colegio profesional correspondiente.

- Asimismo, se abonará al Contratista o Empresa Constructora, previa certificación del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, las partidas incluidas en el documento Presupuesto del Plan de Seguridad y Salud. Si se implantasen elementos de seguridad no incluidos en el Presupuesto, durante la

realización de la obra, éstos se abonarán igualmente a la Empresa Constructora, previa autorización del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

- El Promotor vendrá obligado a abonar al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra los honorarios devengados en concepto de aprobación del Plan de Seguridad y Salud, así como los de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud.

- El Real Decreto 1627/1997 indica que cada contratista debe elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.

- El Plan de Seguridad y Salud que analice, estudie, desarrolle y complemente este Estudio de Seguridad y Salud constará de los mismos apartados, así como la adopción expresa de los sistemas de producción previstos por el constructor, respetando fielmente el Pliego de Condiciones. Las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrán implicar disminución del importe total ni de los niveles de protección. La aprobación expresa del Plan quedará plasmada en acta firmada por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y el representante de la empresa constructora con facultades legales suficientes o por el propietario con idéntica calificación legal.

- La Empresa Constructora cumplirá las estipulaciones preventivas del Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas o empleados.

- Parar aplicar los principios de la acción preventiva, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un Servicio de Prevención o concertará dicho servicio a una entidad especializada ajena a la Empresa.

- La definición de estos Servicios, así como la dependencia de determinar una de las opciones que hemos indicado para su desarrollo, está regulado en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95 en sus artículos 30 y 31, así como en la Orden del 27 de junio de 1997 y Real Decreto 39/1997 de 17 de enero.

- El incumplimiento por los empresarios de sus obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales dará lugar a las responsabilidades que están reguladas en el artículo 42 de dicha Ley.

- El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la documentación establecida en el Artículo 23 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.

- El empresario deberá consultar a los trabajadores la adopción de las decisiones relacionadas en el Artículo 33 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.

- La obligación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos está regulada en el Artículo 29 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Los trabajadores estarán representados por los Delegados de Prevención ateniéndose a los Artículos 35 y 36 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Se deberá constituir un Comité de Seguridad y Salud según se dispone en los Artículos 38 y 39 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.

1.2. Características de la obra

1.2.1. Descripción de la obra

La Instalación Hibrida renovable “PE-IFV Los Morales”, la LMT de interconexión PE y la subestación elevadora 66/30 kV se localizan en los términos municipales de El Puerto de Santa María, Sanlúcar de Barrameda y Jerez de la Frontera (Cádiz). El fin de la instalación es la generación de energía eléctrica e inyección a la red en el nudo de distribución SET Sanlúcar de Barrameda 66 kV.

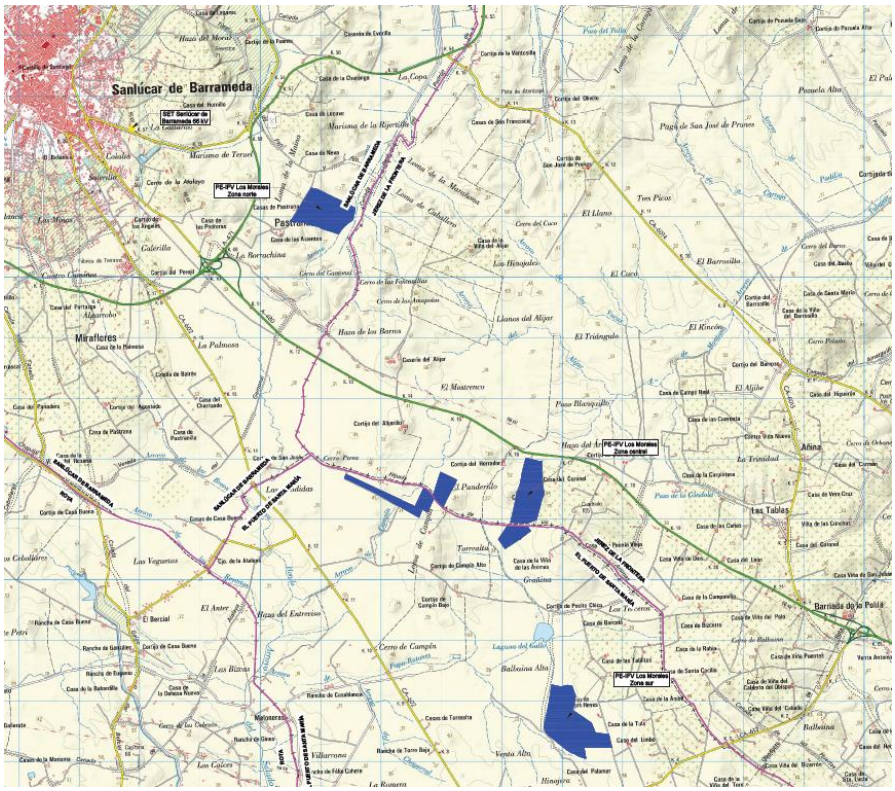


Ilustración 1. Situación instalación híbrida renovable “PE-IFV Los Morales”



Ilustración 2. Situación SET Elevadora 66/30 kV

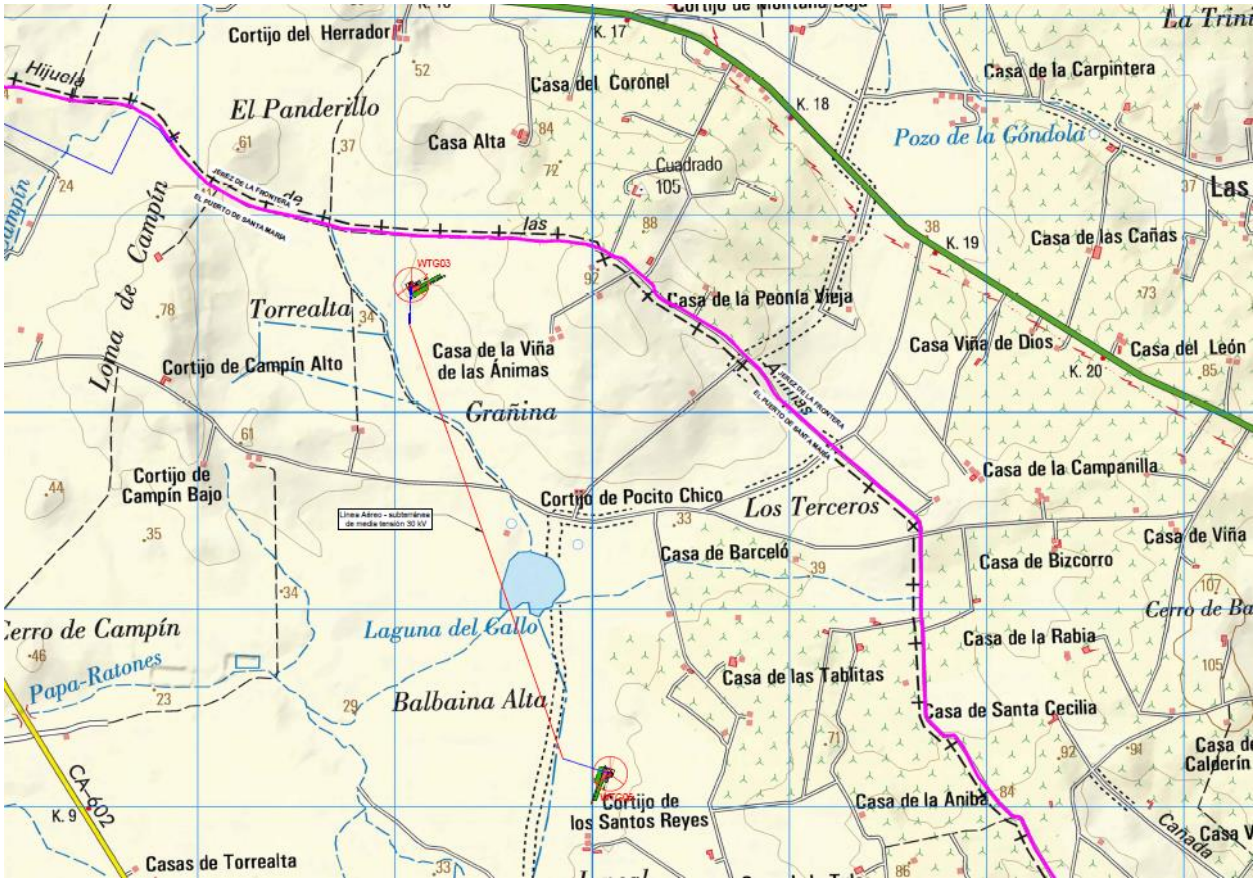


Ilustración 3. Situación línea evacuación LASMT 30 kV

Las coordenadas del centro geométrico de las instalaciones son las siguientes:

Instalación	Coordenadas UTM Huso 29	
	X	Y
Instalación fotovoltaica central	743.001	4.066.377

Instalación fotovoltaica norte	741.065	4.071.080
Aerogenerador WTG01	744.393	4.066.559
Aerogenerador WTG02	744.447	4.066.043
Aerogenerador WTG03	744.084	4.065.644
Aerogenerador WTG04	743.040	4.066.633
Aerogenerador WTG05	742.684	4.066.255
Aerogenerador WTG06	745.092	4.063.165
Aerogenerador WTG07	745.445	4.062.539
SET Los Morales 66/30 kV	740.591	4.070.954

Tabla 1. Coordenadas del emplazamiento

	LASMT 30 kV	
	Coordenada X (m)	**Coordenada Y (m)**
Inicio	745.092	4.063.165
Fin	744.084	4.065.644

Tabla 2. Coordenadas emplazamiento LASMT 30 kV

Las parcelas catastrales donde se localizan las instalaciones son las siguientes:

Municipio	Polígono	Parcela	Superficie (m^2)	Referencia catastral
El Puerto de Santa María	19	11	684.055	11027A01900011
El Puerto de Santa María	4	2	115.417	11027A00400002
Jerez de la Frontera	96	90	22.451	53020A09600090
Jerez de la Frontera	96	2	406.174	53020A09600002
Jerez de la Frontera	96	9005	6.573	53020A09609005
El Puerto de Santa María	2	20	1.026.532	11027A00200020
El Puerto de Santa María	2	9001	15.805	11027A00209001
Jerez de la Frontera	1	12	342.419	53020A00100012
Jerez de la Frontera	1	8	125.658	53020A00100008
El Puerto de Santa María	2	16	70.378	11027A00200016
Sanlúcar de Barrameda	6	143	471.093	11032A00600143
El Puerto de Santa María	2	13	79.171	11027A00200013
El Puerto de Santa María	2	17	49.823	11027A00200017

Tabla 3. Datos catastrales

1.2.2. Centros asistenciales más próximos

El mapa sanitario de la provincia de Cádiz está compuesto por diferentes zonas básicas de salud.

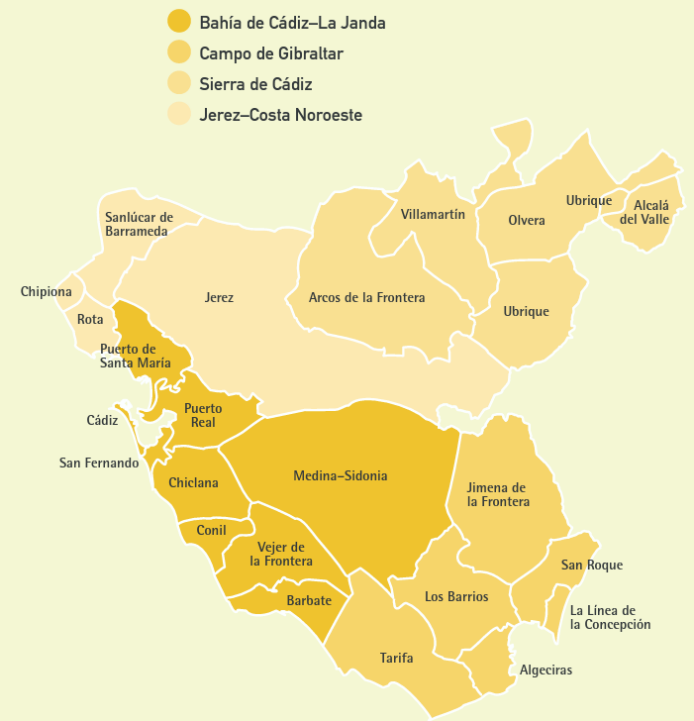


Ilustración 4. Mapa sanitario Cádiz

Los municipios del proyecto pertenecen a las zonas básicas de Jerez, Sanlúcar de Barrameda y El Puerto de Santa María.

En la tabla de abajo se detallan las principales características de los centros de salud de la zona de actuación:

Zona básica	Nombre	Dirección	Teléfono/Fax
Jerez	Centro de Salud Jerez Centro.	C. José Luis Diez, 14, 11403 Jerez de la Frontera, Cádiz	956 032 720
Jerez	Hospital Universitario De Jerez	Ctra. Trebujena, s/n, 11407 Jerez de la Frontera, Cádiz	956 032 000
Jerez	Hospital San Juan Grande	Glorieta Doctor Félix Rodríguez de la Fuente, 1, 11408 Jerez de la Frontera, Cádiz	956 357 300
Sanlúcar de Barrameda	Hospital Comarcal Virgen del Camino	Ctra. de Chipiona, 76, 11540	956 048 000
Sanlúcar de Barrameda	Centro de salud	C. Practicante Ignacio Pérez Gutierrez, 11540	956 048 000
El Puerto de Santa María	Centro Salud Pinillo Chico	Pl. Tula Ruiz Golluri, s/n, 11500	956 012 007

El Puerto de Santa María	Hospital General Santa María del Puerto	C. Valdés, S/N, 11500	956 017 000
El Puerto de Santa María	Servicio Andaluz de Salud	C. Manuel Álvarez, 0, 11500	956 818 510

Tabla 4. Centros de salud

Adicionalmente, en la tabla de abajo se muestran los contactos de interés (Ayuntamiento y Policía Local) del municipio:

Servicio	Municipio	Dirección	Teléfono
Ayuntamiento	Jerez de la Frontera	Cabildo, C. Consistorio, 15, 11403	956.149.300
Policía local	Jerez de la Frontera	Av. de la Comedia, s/n, 11407	956 149 900
Ayuntamiento	El Puerto de Santa María	Pl. Isaac Peral, 4, 11500	956 862 367
Policía local	El Puerto de Santa María	Gta. Miguel Pozo Muñoz, s/n, 11500	956 542 467
Ayuntamiento	Sanlúcar de Barrameda	Cta. de Belén, 1, 11540	956 388 000
Policía local	Sanlúcar de Barrameda	C. Puerto, 0, 11540	956 384 293

Tabla 5. Servicios de interés

1.2.3. Acceso a la obra y vallado

Con antelación al inicio de los trabajos, se dispondrá el vallado perimetral provisional del recinto de obras, con el fin de evitar que cualquier persona ajena a la obra tenga fácil acceso a la misma.

El acceso a la obra se realizará por las zonas de paso establecidas. Se considerarán las siguientes medidas de protección para minimizar el riesgo a las personas que transiten en las inmediaciones de la obra:

- Montaje de vallas metálicas separando la zona de obra de la zona de tránsito.
- Colocación de barreras, barandillas o medios alternativos para guiar a los trabajadores cuando deban atravesar lugares peligrosos (riesgo de caída, presencia de energía eléctrica, etc.).
- Disposición de vías de evacuación efectivas que permitan a los trabajadores salir de la obra rápidamente y de forma segura de ser necesario.

Los accesos de materiales y para el personal, estarán debidamente señalizados. En dichos accesos, en sitio visible, se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra. Esta acción de colocación de señales se debe realizar previa al inicio de los trabajos en la obra acondicionando los accesos con señalizaciones del tipo:

- Prohibido el paso de toda persona ajena a la obra.

- Prohibido fumar y encender fuego.
- Protección obligatoria de la cabeza.

1.2.4. Personal en obra y duración de la obra

La duración estimada de la obra es de 9 meses, con una presencia permanente de 25 trabajadores.

1.3. Alcance

El presente Estudio de Seguridad y Salud será de aplicación a todas las obras necesarias para la construcción del Parque Hibrido revovable objeto del Proyecto. Entre otras, estas incluyen la obra civil, el montaje de los módulos fotovoltaicos, montaje de los aerogeneradores, inversores, centros de transformación, y líneas de eléctricas, de control y de comunicaciones, y en general, todas las demás tareas necesarias para su puesta en funcionamiento.

Lo estipulado en este Estudio de Seguridad y Salud alcanza a todos los trabajos a realizar tanto por el Contratista principal, como por los subcontratistas, es de obligado cumplimiento para todas las personas de las diferentes organizaciones que intervengan durante la ejecución del Proyecto.

En concreto, trata lo siguiente sobre la Seguridad y Salud durante la ejecución del Proyecto:

- Exponer las obligaciones en materia de Seguridad y Salud en el trabajo del Contratista adjudicatario del Proyecto.
- Concretar la calidad de la prevención decidida.
- Exponer las normas preventivas de obligado cumplimiento en los casos determinados por el Proyecto de Ejecución.
- Fijar unos determinados niveles de calidad de toda la prevención que se prevé utilizar con el fin de garantizar su éxito.
- Definir las formas de efectuar el control de la prevención durante la ejecución del Proyecto.
- Establecer un determinado programa formativo en materia de Seguridad y Salud que sirva para implantar con éxito la prevención diseñada.

Todo lo anterior se establece con el objetivo final de conseguir que la ejecución del Proyecto resulte sin accidentes ni enfermedades profesionales, al cumplir los objetivos fijados en la memoria de Seguridad y Salud.

1.4. Coordinador de seguridad y salud

Esta figura de la seguridad y salud fue creada mediante los Artículos 3, 4, 5 y 6 de la Directiva 92/57 C.E.E. -Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse a las obras de construcciones temporales o móviles-. El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre transpone a nuestro Derecho Nacional esta normativa incluyendo en su ámbito de aplicación cualquier obra pública o privada en la que se realicen trabajos de construcción o ingeniería civil.

En el Artículo 3 del Real Decreto 1627/1997 se regula la figura de los Coordinadores en materia de seguridad y salud.

En el Artículo 8 del Real Decreto 1627/1997 refleja los principios generales aplicables al proyecto de obra.

De acuerdo con el artículo 3 del Real Decreto 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución del Proyecto.

Aquellos contratistas que intervengan en la ejecución de la obra, cuyos trabajos o suministros entren en los supuestos contemplados en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, quedarán obligados a la redacción de un Plan de Seguridad en consonancia con el presente Estudio de Seguridad y Salud y con lo previsto en dicho Real Decreto, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio y en función de su propio sistema de ejecución de obra.

Los Planes de Seguridad y Salud, que estarán sujetos a su aprobación por el Coordinador de Seguridad de la Obra, serán los documentos de referencia en cuanto a la aplicación específica de las medidas de prevención, seguridad y salud en cada uno de los trabajos contemplados en el Proyecto de Ejecución. Durante la ejecución del Proyecto se deberán aplicar, en todo momento, los principios de la acción preventiva.

1.5. Seguros

Será preceptivo en la obra, que los técnicos responsables dispongan de cobertura de responsabilidad civil profesional. De igual modo, el contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a personas de las que debe responder; se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El Contratista viene obligado a la contratación de su cargo en la modalidad de todo riesgo a la construcción durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación de un período de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

2. Prevención de riesgos laborales

2.1. Formación en materia de prevención de riesgos laborales

Antes de comenzar la ejecución del Proyecto, los trabajadores deberán estar informados de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, de las técnicas preventivas, y se deberá promover la cultura de seguridad laboral.

Para la divulgación de la formación en materia de prevención de riesgos laborales, además de los sistemas de divulgación escrita, tales como folletos o carteles, ocuparán un lugar primordial las charlas.

2.1.1. Charla de seguridad y primeros auxilios para el personal de ingreso en obra

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, deberá asistir a una charla en la que será informado de los riesgos generales de la obra, de las medidas de prevención, de las normas de seguridad de obligado cumplimiento y de nociones básicas de primeros auxilios.

Se prevé que al comienzo de los trabajos el Jefe de Obra o el responsable de seguridad, imparta una charla de prevención a la que deberán asistir todos los trabajadores, a fin de tratar los temas siguientes:

- Características de la obra.
- Métodos y procedimientos previstos.
- Protecciones colectivas y EPIs.
- Resumen del Plan de Seguridad y Salud.
- Actuaciones en caso de incidente o accidente.

2.1.2. Charla sobre riesgos específicos

Las charlas sobre riesgos específicos estarán dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos, en función de las actividades que desarrollen. Estas charlas serán impartidas por los responsables directos de los trabajos o por los responsables de seguridad de la obra.

Si sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas tareas o fases de trabajo no contempladas previamente, se deberá programar las charlas específicas, impartidas por el responsable de seguridad, encaminadas a dar la formación necesaria.

2.2. Documentación a disposición del coordinador de seguridad y salud

La siguiente documentación deberá estar en todo momento disponible en obra y a disposición del Coordinador de Seguridad y Salud:

- Plan de Seguridad y Salud aprobado.
- Modelos TC1 y TC2 de la Seguridad Social.
- Comunicación apertura del centro de trabajo.
- Seguro de Responsabilidad Civil.
- Reconocimientos médicos.
- Certificados de maquinaria.
- Acreditación de formación e información en materia de prevención de riesgos laborales.
- Registro de entrega de Equipos de Protección Individual (EPIs).
- Libro de Incidencias, que constará de hojas por duplicado, para el control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud por parte de la Inspección de Seguridad y Salud en el trabajo, según lo dispuesto en el artículo 13 del Real Decreto 1627/1997.

2.3. Reconocimiento médico de los trabajadores

Tal como se establece en la Legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Proyecto pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

2.4. Accidentes In Itinere

Se deberá concienciar a todos los operarios que participen en la ejecución de este Proyecto, de la necesidad de cumplir la legislación vigente en materia vial, así como de circular a una velocidad moderada y ajustada a las condiciones meteorológicas y al estado de la carretera.

Todos los vehículos utilizados deberán haber pasado las correspondientes revisiones indiciadas por el fabricante, presentando un buen estado de conservación.

2.5. Primeros auxilios

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada en obra por personal capacitado haciendo uso de un botiquín de primeros auxilios, y en segunda instancia por los servicios médicos de la mutua laboral concertada por el Contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera, por los servicios de urgencia de los hospitales públicos o privados más próximos.

El botiquín se revisará mensualmente y se repondrá inmediatamente lo consumido. El contenido mínimo será el exigido por la ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación y de un botiquín. Además, todo el personal deberá tener unos conocimientos básicos de primeros auxilios.

Se dispondrá en obra de una nota escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, con una relación de las direcciones y teléfonos de los hospitales más cercanos, tal como indica el apartado A3 del Anexo VI del Real Decreto 486/1997.

2.6. Protección de la maternidad

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

2.7. Protección de los menores

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

2.8. Seguro de riesgos laborales

El Contratista acreditará que tiene contratada y en vigencia una póliza de seguro de riesgos laborales que cubra los accidentes laborales y las enfermedades profesionales que puedan ocurrir durante la ejecución del Proyecto.

3. Disposiciones facultativas

3.1. Obligaciones del contratista

El Contratista, con la ayuda de colaboradores, deberá cumplir y hacer cumplir las siguientes obligaciones en materia de Seguridad y Salud:

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente.
- Transmitir las consideraciones en materia de seguridad y prevención a todos los trabajadores propios, a las empresas subcontratistas y los trabajadores autónomos de

la obra, y hacerla cumplir con las condiciones expresadas en los documentos de la Memoria y Pliego.

- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual especificados en la Memoria, para que puedan utilizarse de forma inmediata y eficaz.
- Montar a su debido tiempo todas las protecciones colectivas establecidas, mantenerlas en buen estado, cambiarlas de posición y retirarlas solo cuando no sea necesaria.
- Montar a tiempo las instalaciones provisionales para los trabajadores, mantenerles en buen estado de confort y limpieza, hacer las reposiciones de material fungible y la retirada definitiva. Estas instalaciones podrán ser utilizadas por todos los trabajadores de la obra, independientemente de si son trabajadores propios, subcontratistas o autónomos.
- Establecer un riguroso control y seguimiento en obra de aquellos trabajadores menores de 18 años.
- Observar una vigilancia especial con aquellas mujeres embarazadas que trabajen en obra.
- Cumplir lo expresado en el apartado actuaciones en caso de accidente laboral.
- Informar inmediatamente a la Dirección de Obra de los accidentes, tal como se indica en el apartado comunicaciones en caso de accidente laboral.
- Disponer en la obra de un acopio suficiente de todos los artículos de prevención nombrados en la Memoria y en las condiciones expresadas en la misma.
- Establecer los itinerarios de tránsito de mercancías y señalizarlos debidamente.
- Colaborar con la Dirección de Obra para encontrar la solución técnico-preventiva de los posibles imprevistos del Proyecto o bien sea motivados por los cambios de ejecución o bien debidos a causas climatológicas adversas, y decididos sobre la marcha durante las obras.
- El contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad e Higiene adaptando el presente estudio a sus medios y métodos de ejecución. Los cambios introducidos en el mismo en los medios y equipos de protección, aprobados por la Dirección Facultativa de Seguridad e Higiene se presupuestarán previa la aceptación de los precios correspondientes y sobre las mediciones reales en obra, siempre que no implique variación del importe total de Presupuesto previsto en este Estudio de Seguridad.

3.2. Información y formación

El Contratista queda obligado a transmitir las informaciones necesarias a todo el personal que intervenga en la obra, con el objetivo de que todos los trabajadores de la misma tengan un conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a adoptar

en determinadas maniobras, y del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Independientemente de la información de tipo convencional que reciban los trabajadores, la Empresa les transmitirá la información específica necesaria, mediante cursos de formación que tendrán los siguientes objetivos:

- Conocer los contenidos preventivos del Plan de Seguridad y Salud.
- Comprender y aceptar su aplicación.
- Crear entre los trabajadores, un auténtico ambiente de prevención de riesgos laborales.

3.3. Accidente laboral

3.3.1. Actuaciones

Actuaciones a seguir en caso de accidente laboral:

- El accidente laboral debe ser identificado como un fracaso de la prevención de riesgos. Estos fracasos pueden ser debidos a multitud de causas, entre las que destacan las de difícil o nulo control, por estar influidas de manera importante por el factor humano.
- En caso de accidente laboral se actuará de la siguiente manera:
  - El accidentado es lo más importante y por tanto se le atenderá inmediatamente para evitar la progresión o empeoramiento de las lesiones.
  - En las caídas a diferente nivel se inmovilizará al accidentado.
  - En los accidentes eléctricos, se extremará la atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales de reanimación hasta la llegada de la ambulancia.
  - Se evitará, siempre que la gravedad del accidentado lo permita según el buen criterio de las personas que le atienden, el traslado con transportes particulares por la incomodidad y riesgo que implica.

3.3.2. Comunicaciones

Comunicaciones en caso de accidente laboral:

- Accidente leve.
  - Al Coordinador de Seguridad y Salud.
  - A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
  - A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.
- Accidente grave.

- Al Coordinador de Seguridad y Salud.
- A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
- A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.

- Accidente mortal.
  - Al Juzgado de Guardia.
  - Al Coordinador de Seguridad y Salud.
  - A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
  - A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.

3.3.3. Actuaciones administrativas

El Jefe de Obra, en caso de accidente laboral, realizará las siguientes actuaciones administrativas:

- Accidente sin baja laboral.
- Se redactará la hoja oficial de accidentes de trabajo sin baja médica, que se presentará a la entidad gestora o colaboradora dentro del Plazo de los 5 primeros días del mes siguiente.
- Accidente con baja laboral.
- Se redactará un parte oficial de accidente de trabajo, que se presentará a la entidad gestora o colaboradora dentro del Plazo de 5 días hábiles, contados a partir de la fecha del accidente.
- Accidente grave, muy grave o mortal.
- Se comunicará a la Autoridad Laboral, por teléfono o fax, dentro del Plazo de 24 horas contadas a partir de la fecha del accidente.

3.4. Aprobación de certificaciones

- El Coordinador en materia de Seguridad y Salud o la Dirección Facultativa en su caso, serán los encargados de revisar y aprobar las certificaciones correspondientes al Plan de Seguridad y Salud y serán presentadas a la Propiedad para su abono.
- Una vez al mes el Contratista extenderá la valoración de las partidas que, en materia de Seguridad y Salud se hubiesen realizado en la obra. La valoración se hará conforme al Plan de Seguridad y Salud y de acuerdo con los precios contratados por la Propiedad.

Esta valoración será visada y aprobada por la Dirección Facultativa y sin este requisito no podrá ser abonada por la propiedad.

- El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de obra.
- Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del apartado de seguridad, sólo las partidas que intervienen como medidas de seguridad y salud, haciendo omisión de medios auxiliares, sin los cuales la obra no se podría realizar.
- En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta proposición a la Propiedad por escrito, habiendo obtenido la aprobación previa del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

3.5. Precios contradictorios

En el supuesto de aparición de riesgos no evaluados previamente en el Estudio o Plan de Seguridad y Salud que precisarán medidas de prevención con precios contradictorios, para su puesta en la obra, deberán previamente ser autorizados por parte del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o por la Dirección Facultativa en su caso.

3.6. Libro de incidencias

El Artículo 13 del Real Decreto 1627/97 regula las funciones de este documento.

Dicho libro será habilitado y facilitado al efecto por el Colegio Profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud o en su caso del Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Las hojas deberán ser presentadas en la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, por la Dirección Facultativa en el plazo de veinticuatro horas desde la fecha de la anotación. Las anotaciones podrán ser efectuadas por la Dirección Facultativa de la obra, el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones Públicas competentes.

Las anotaciones estarán, únicamente relacionadas con el control y seguimiento y especialmente con la inobservancia de las medidas, instrucciones y recomendaciones preventivas recogidas en los Planes de Seguridad y Salud respectivos.

3.7. Libro de ordenes

Las órdenes de Seguridad y Salud se recibirán de la Dirección de Obra, a través de la utilización del Libro de Órdenes y Asistencias de la obra. Las anotaciones aquí expuestas, tienen categoría de órdenes o comentarios necesarios para la ejecución de la obra.

3.8. Derechos de los trabajadores

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

3.9. Paralización de los trabajos

Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la ley de prevención de riesgos laborales, cuando el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o cualquier otra persona integrada en la dirección facultativa observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, cuando éste exista de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 13, apartado 1º del real decreto 1627/1997, y quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de los tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

En el supuesto previsto anteriormente, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos.

3.10. Documentación

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.

- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

4. Disposiciones técnicas

4.1. Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deberán aplicarse en las obras

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, en su Anexo IV regula las disposiciones mínimas de seguridad y salud que deberán aplicarse en las obras, dentro de tres apartados.

- Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras.
- Disposiciones mínimas específicas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales.
- Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales.

4.2. Equipos de protección

4.2.1. Equipos de protección individual (EPIs)

Todo equipo de protección individual que se emplee durante la ejecución del Proyecto se ajustará a lo siguiente:

- El Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, establece en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos laborales, en sus Artículos 5, 6 y 7, las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la elección, utilización por los trabajadores en el trabajo y mantenimiento de los equipos de protección individual (EPIs).
- Los EPIs deberán utilizarse cuando existen riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.
- El Anexo III del Real Decreto 773/1997 relaciona una -Lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividades que pueden requerir la utilización de equipos de protección individual-.
- El Anexo I del Real Decreto 773/1997 detalla una Lista indicativa y no exhaustiva de equipos de protección individual-.
- En el Anexo IV del Real Decreto 773/1997 se relaciona las -Indicaciones no exhaustivas para la evaluación de equipos de protección individual-.

- El Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, establece las condiciones mínimas que deben cumplir los equipos de protección individual (EPIs), el procedimiento mediante el cual el Organismo de Control comprueba y certifica que el modelo tipo de EPI cumple las exigencias esenciales de seguridad requeridas en este Real Decreto, y el control por el fabricante de los EPIs fabricados, todo ello en los Capítulos II, V y VI de este Real Decreto.

- El Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, del Ministerio de Presidencia. Seguridad e Higiene en el Trabajo - Comunidad Europea, modifica algunos artículos del Real Decreto 1407/1992.

Además, para la elección de los equipos de protección individual que se utilizarán para la prevención de los riesgos detectados durante la ejecución del Proyecto también se considerará lo siguiente:

- Las protecciones individuales deberán estar homologadas.

- Tendrán la marca CE.

- Si no existe en el mercado un determinado equipo de protección individual que tenga la marca CE, se admitirán los siguientes supuestos:

- Que tenga la homologación MT.

- Que tenga una homologación equivalente, de cualquiera de los Estados Miembros de la Unión Europea.

- Si no existe la homologación descrita en el punto anterior, será admitida una homologación equivalente existente en los Estados Unidos de Norte América.

- De no cumplirse en cadena, ninguno de los tres supuestos anteriores, se entenderá que el equipo de protección individual está expresamente prohibido para su uso en esta obra.

- Los equipos de protección individual que cumplan las indicaciones del apartado anterior tienen autorizado su uso durante el periodo de vigencia.

- De entre los equipos autorizados, se utilizarán los más cómodos y operativos, con la finalidad de evitar las negativas a su uso por parte de los trabajadores.

- Se investigarán los abandonos de los equipos de protección, con la finalidad de razonar con el usuario y hacer que se den cuenta de la importancia que realmente tienen para ellos.

- Cualquier equipo de protección individual en uso que esté deteriorado o roto, será sustituido inmediatamente, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio, así como el Nombre de la Empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.

- Una vez los equipos hayan llegado a su fecha de caducidad se dejarán en un acopio ordenado, que será revisado por la Dirección de obra para que autorice su eliminación de la obra.

4.2.2. Equipos de protección colectiva

Los elementos de protección colectiva se ajustarán a las características fundamentales siguientes:

- Señales: Estarán de acuerdo con la normativa vigente.
- Vallas autónomas de limitación y protección: Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener su verticalidad. Las patas serán tales que, en caso de caída de la valla, no supongan un peligro en sí mismas al colocarse en posición aproximadamente vertical.
- Pasarelas: Las pasarelas para el paso peatonal serán de madera y estarán formadas por tablones (60 cm) trabados entre sí y bordeados por barandillas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- Su tablero no presentará huecos y será capaz de resistir los impactos producidos por la caída de materiales.
- Escaleras de mano: Cumplirán con lo establecido en el artículo 19 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Topes de desplazamiento de vehículos: Se podrán realizar con un par de tablones embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.
- Redes: Serán de poliamida. Sus características generales serán tales que cumplen, con garantía, la función protectora para la que están previstas.
- Plataformas de trabajo: Tendrán como mínimo 60 cm de ancho y las situadas a más de 2 m del suelo, estarán dotadas de barandilla de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié.
- Cables de sujeción del cinturón de seguridad, sus anclajes, soportes y anclajes de redes: Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.
- Interruptores diferenciales y tomas de tierra: La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será para alumbrado de 30 mA y para fuerza de 300 mA.
- La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24 V.
- Se medirá su resistencia periódicamente y, al menos, en la época más seca del año.

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

- Extintores: Serán adecuadas en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, y se revisarán cada 6 meses como máximo.
- Pórticos limitadores de galibo: Dispondrán de dintel debidamente señalizado.
- Se situarán carteles a ambos lados del pórtico anunciando dicha limitación de altura.
- Medios auxiliares de topografía: Estos medios tales como cintas, jalones, miras, etc. serán dieléctricos, dado el riesgo de electrocución por las líneas eléctricas.
- Riegos: Las pistas para tráfico de obra, se regarán convenientemente para evitar levantamiento de polvo.
- Rampas de acceso: Las rampas para el movimiento de camiones no tendrán pendientes superiores al 12% en los tramos rectos y el 8% en las curvas.

4.3. Señalización

4.3.1. Señalización de riesgos en el trabajo

Esta señalización cumplirá con el contenido del Real Decreto 485 de 14 de abril de 1997 que desarrolle los preceptos específicos sobre señalización de riesgos en el trabajo según la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales.

4.3.2. Señalización vial

Esta señalización cumplirá con el nuevo -Código de Circulación- y la Instrucción de Carreteras 8.3-IC.

4.3.3. Características técnicas

Se utilizarán señales nuevas y normalizadas según la Instrucción de Carreteras 8.3-IC.

4.3.4. Montaje de las señales

- Se ha de tener en cuenta tanto el riesgo de ser atropellado por los vehículos que circulen por la zona de las obras como el riesgo de caer desde una determinada altura mientras se instala una señal.
- Se tendrá siempre presente, que normalmente la señalización vial se monta y desmonta con la zona de las obras abierta al tráfico rodado, y que los conductores que no saben que se encontraran con esta actividad circulen confiadamente, por tanto, es una operación crítica con un alto riesgo tanto para a los operarios que trabajen como para a los usuarios de la vía que se pueden ver sorprendidos inesperadamente.

4.3.5. Protecciones durante la colocación de la señalización

Los operarios que realicen este trabajo tendrán que ir equipados con el siguiente material:

- Ropa de trabajo con franjas reflectantes.
- Guantes.
- Botas de seguridad.
- Casco de seguridad.

4.4. Útiles y herramientas portátiles

Se considerará la siguiente normativa al respecto:

- La Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9 de marzo de 1971 regula las características y condiciones de estos elementos en sus artículos 94 a 99.
- El Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Los Reales Decretos 1435/1992 y 56/1995 sobre seguridad en máquinas.

4.5. Maquinaria

Se considerará la siguiente normativa al respecto:

- La Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de 9 de marzo de 1971, regula las características y condiciones de estos elementos en sus artículos 100 a 124.
- Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención de los mismos, Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre (Grúas torre).
- Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AEM-3 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a carretillas automotoras aprobada por Orden de 26 de mayo de 1989.
- Reales Decretos 1435/1992 y 56/1995 sobre seguridad en máquinas.
- Reglamento de Seguridad en las Máquinas, Real Decreto 1595/1986, de 26 de mayo, modificado por el Real Decreto 830/1991 de 24 de mayo.
- Aplicación de la Directiva del Consejo 89-392-CEE, Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias que lo desarrollan.

4.6. Instalaciones provisionales

Se tendrá en cuenta la siguiente normativa para las instalaciones provisionales durante la ejecución del Proyecto:

- Se atendrá a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, en su Anexo IV.
- El Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Orden de 9 de marzo de 1971, regula sus características y condiciones.

4.6.1. Instalación eléctrica

- La instalación eléctrica provisional de obra se realizará siguiendo las pautas señaladas en los apartados correspondientes de la Memoria Descriptiva y de los planos, debiendo ser realizada por empresa autorizada y siendo de aplicación lo señalado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión -Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto- y sus instrucciones técnicas complementarias que lo desarrollan.
- El calibre o sección del cableado serán acordes a la carga eléctrica que ha de soportar en función de la maquinaria e iluminación prevista.
- Los cables a emplear en acometidas e instalaciones exteriores serán de tensión asignada mínima 450/750 V, con cubierta de policloropreno o similar, según UNE 21.027 o UNE 21.150 y aptos para servicios móviles.
- Para instalaciones interiores los cables serán de tensión asignada mínima 300/500 V, según UNE 21.027 o UNE 21.031, y aptos para servicios móviles.
- En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras, éste se realizará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- El tendido de los cables para cruzar viales de obra se efectuará enterrado. Su instalación será conforme a lo indicado en ITC-BT-20 e ITC-BT-21. Se señalizará el -paso del cable- mediante una cubrición permanente de tablones que tendrán por objeto el proteger mediante reparto de cargas, y señalar la existencia del -paso eléctrico- a los vehículos. La profundidad de la zanja mínima será entre 40 y 50 cm; el cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido, bien de fibrocemento, bien de plástico rígido curvable en caliente.
- Todos los cables que presenten defectos superficiales u otros no particularmente visibles, serán rechazados.
- Los conductores de la instalación se identifican por los colores de su aislamiento, a saber:

  - Azul claro: Para el conductor neutro.
  - Amarillo/verde: Para el conductor de tierra y protección.
  - Marrón/negro/gris: Para los conductores activos o de fase.

- En los cuadros, tanto principales como secundarios, se dispondrán todos aquellos aparatos de mando, protección y maniobra para la protección contra sobre intensidades (sobrecarga y cortocircuitos) y contra contactos directos e indirectos, tanto en los circuitos de alumbrado como de fuerza.
- Dichos dispositivos se instalaron en los orígenes de los circuitos, así como en los puntos en los que la intensidad admisible disminuya, por cambiar la sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados.
- Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).
- Las medidas generales para la protección contra los choques eléctricos serán las indicadas en la ITC-BT-24, teniendo en cuenta:
  - Medidas de protección contra contactos directos:
    - Se realizarán mediante protección por aislamiento de las partes activas o por medio de barreras o envolventes.
  - Medidas de protección contra contactos indirectos:
    - Cuando la protección de las personas contra los contactos indirectos está asegurada por corte automático de la alimentación, según esquema de alimentación TT, la tensión límite convencional no debe ser superior a 24 V de valor eficaz en corriente alterna o 60 V en corriente continua.
    - Cada base o grupo de bases de toma de corriente deben estar protegidas por dispositivos diferenciales de corriente diferencial residual asignada igual como máximo a 30 mA; o bien alimentadas a muy baja tensión de seguridad MBTS; o bien protegidas por separación eléctrica de los circuitos mediante un transformador individual.
- Artículos 71 a 82: Prevención y Extinción de incendios.
- Artículo 43: Instalaciones Sanitarias de Urgencia.

4.6.2. Servicios de higiene y bienestar en obra

El Contratista instalará, conforme se especifica en la Memoria de este Estudio de Seguridad y Salud, una caseta a pie de obra considerando lo siguiente:

- Dispondrá de vestuario con percheros, sillas y calefacción.

- Dispondrá de servicios higiénicos con lavamanos, ducha con agua caliente y fría, inodoro, espejos y calefacción.
- Comedor que dispondrá de mesa, sillas, calentador para las comidas y recipientes para el reciclaje de los residuos.
- Estas instalaciones estarán en funcionamiento antes de empezar la obra.
- Para la limpieza y conservación de las instalaciones se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.
- La conexión del servicio eléctrico se realizará al iniciar la obra, y antes que se realice la oportuna conexión del servicio eléctrico de la misma, se conseguirá mediante la puesta en funcionamiento de un grupo electrógeno generador trifásico, accionado por un motor de gasoil.

5. Disposiciones económico-administrativas

- Una vez al mes, el Contratista extenderá la valoración de las partidas que en materia de seguridad se hubiesen realizado en la obra; la valoración se hará conforme al Estudio o Plan de Seguridad y Salud y de acuerdo con los precios contratados por la Propiedad.
- El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de la obra.
- Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del Estudio o Plan, solo las partidas que intervienen como medidas de Seguridad y Salud, haciendo omisión de medios auxiliares sin los cuales la obra no se podría realizar.
- En caso de ejecutar en la obra unidades no previstas en el presupuesto del Plan, se definirán total y correctamente las mismas, y se les adjudicará el precio correspondiente, procediéndose para su abono tal como se indica en los apartados anteriores.

En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta proposición a la Propiedad por escrito, procediéndose seguidamente a lo estipulado en el apartado 3 (Disposiciones Facultativas).

6. Proceso análisis de riesgos

Se evaluarán las fases del proceso de construcción de la obra, así como las labores y condiciones laborales resultantes de estas, para determinar potenciales riesgos que podrían presentarse en cada una y proponer medidas preventivas generales.

Se distinguirán los siguientes apartados para cada fase de la obra:

- Descripción de los trabajos.
- Riesgos más frecuentes.

- Normas preventivas de seguridad.
- Protección personal.
- Protección colectiva.

La prevención durante el uso de máquinas y herramientas será acorde a lo establecido en:

- RD 1644/08.
- I.T.C. correspondientes.
- Especificaciones del fabricante.

El uso de maquinaria estará limitado al personal preparado y autorizado para su manejo.

Se recomendará o requerirá, en función de las circunstancias, el uso de equipos de protección personal adecuados a los riesgos correspondientes a cada labor.

Estos equipos deberán estar homologados y con inspecciones de seguridad vigentes en todo momento mientras se estén utilizando en la obra.

Los equipos de protección personal a utilizar en la obra son:

- Cascos
- Protección ocular
- Calzado de seguridad
- Monos de trabajo

Según requerido en función de la labor:

  - Guantes
  - Protección auditiva
  - Cinturones de seguridad al operar maquinaria o vehículos

- Otros equipos no considerados que puedan resultar pertinentes para la segura ejecución de los trabajos

La maquinaria y equipos de trabajo necesarios para la obra serán (aunque no limitados a):

- Grúa autopropulsada
- Plataforma elevadora móviles
- Retroexcavadora
- Camión pluma
- Equipo de soldadura

- Máquina de hincado de tornillo fundamento de la estructura autopropulsada
- Andamios
- Escaleras de tijera
- Sierra circular de corte
- Amoladoras o radiales
- Taladros y atornilladores
- Otra maquinaria y equipos no considerados que puedan resultar pertinentes para la realización de los trabajos.

7. Actividades Durante la Ejecución del Proyecto

7.1. Actividades principales

Las principales actividades que tendrán lugar durante la ejecución del Proyecto son:

Actividades principales durante la ejecución del Proyecto	
Movimiento de tierras	Desbroce Explanación y acondicionamiento de viales Vaciados para colocación de zapatas y cimentaciones Excavación y relleno de zanjas
Cimentaciones	Estructuras de los seguidores Inversores / Centros de Transformación Edificio de control / almacén
Montaje de equipos y estructuras	Colocación y montaje de los seguidores Fijación de módulos Montaje de los inversores y equipos de los centros de transformación
Montaje del aerogenerador	Transporte, colocación y montaje de los aerogeneradores
Instalación eléctrica	Instalación del cableado de strings, corriente continua, baja y media tensión, control y comunicaciones Cajas de agrupación, seccionamiento y aparamenta de protección Tendido del cableado en las zanjas Instalación de SSAA Instalación de inversores, transformadores y celdas de protección
Puesta en marcha de la instalación	Pruebas de comisionado

Tabla 6. Principales actividades durante la realización de la obra

7.2. Identificación del riesgo

La siguiente tabla indica una relación de los riesgos generales que pueden darse durante la ejecución del Proyecto.

Identificación de los principales riesgos del Proyecto
Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
Caída de objetos de distinta altura
Caídas de material desde las máquinas y vehículos.
Proyección de partículas.
Explosiones e incendios.
Ruido puntual y ambiental.
Aplastamientos y atrapamientos.
Accidentes debidos a las condiciones meteorológicas.
Cortes y amputaciones.
Pinchazos.
Derrumbe y desplomes de construcciones
Sobreesfuerzos.
Golpes.

Tabla 7. Principales riesgos del proyecto

7.3. Normas básicas de seguridad

Antes de hacer un análisis individualizado de cada una de las actividades principales previstas durante la ejecución del Proyecto, se indica una relación de normas básicas generales de seguridad que deben considerarse:

- Los operarios que manejen la maquinaria deberán estar en posesión de los permisos o carné necesarios para ocupar este puesto, estando la empresa a la que pertenezcan al corriente en los pagos a la Seguridad Social.
- Toda maquinaria a emplear deberá poseer la correspondiente declaración de conformidad o la adecuación al RD 1215/1997, modificado por el RD 2711/2004, de 12 de noviembre, manual de usuario y libro de mantenimiento actualizado.
- Las máquinas para las que así lo exija la legislación vigente, tendrán su correspondiente póliza de responsabilidad civil en vigor.
- Se prohíbe transportar personal fuera de la cabina de las máquinas ni en un número superior a las plazas permitidas.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima nominal de los vehículos, así como superar los esfuerzos máximos para los que estén previstas las máquinas.
- Se prohíbe la utilización de la maquinaria y los elementos auxiliares para cometidos diferentes para los que han sido diseñados.
- En caso de falta de visibilidad, las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por persona distinta al conductor.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.

- La distancia mínima entre los trabajadores, cuando estén trabajando, será de 1 m.
- Se evitará la superposición de los tajos.
- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando objetos que impidan el paso.
- No se realizará acopio de materiales en las proximidades de las zanjas.
- Se debe evitar, como norma general, que las ruedas de los camiones queden a menos de 2 m de las zanjas.
- Se prohíbe el manejo manual de pesos superiores a 25 kg, excepto para trabajadores entrenados, cuyo límite máximo será de 40 kg.
- Se mantendrán siempre las distancias de seguridad a los elementos en tensión.

7.4. Movimientos de tierras

En el Proyecto se prevé la ejecución de una serie de vaciados para la ejecución de las cimentaciones, realización de los viales, realización de las plataformas para los aerogeneradores, las zanjas para el tendido eléctrico interior, así como excavaciones y desmontes para la adaptación del terreno a las pendientes máximas requeridas por los seguidores.

Los terrenos sobre los que se va a construir las instalaciones se consideran de una excavabilidad fácil, pudiendo efectuarse por medios ordinarios (retroexcavadora).

Los materiales procedentes de la excavación (de los terrenos clasificados como fáciles) serán aptos para el posterior relleno de las zanjas, bien de manera directa o tras un sencillo proceso de selección. Estos materiales se podrían utilizar para cubrir unos 10 cm por encima de la cinta de señalización. Para las zonas de mayor dificultad habrá que recurrir a préstamos o a materiales externos a la obra. La parte superior de las zanjas se rellenará con el material restante sin seleccionar.

7.4.1. Normas de seguridad

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Se deberá prestar especial atención a los taludes que deben tener las excavaciones para garantizar su estabilidad durante el tiempo que deban de permanecer abiertas.
- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- Deben prohibirse los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de teléfono, etc., cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Se han de utilizar testigos que indiquen cualquier punto del terreno que haya que salvaguardar de la excavación (conducciones enterradas, túneles de trasvase, etc.).

- Se recomienda evitar en lo posible los barrizales, en prevención de accidentes.
- En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique.
- Las maniobras de carga a cuchara de camiones serán dirigidas por el encargado o personal autorizado por el Jefe de Obra.
- Se conservarán los caminos de circulación interna, cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante escorias, zahorras, etc.
- Se prohíbe permanecer o trabajar en el entorno del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- Durante la excavación, antes de proseguir el frente de avance se eliminarán los bolos y viseras inestables.
- Se señalizará la distancia de seguridad mínima de aproximación 2 m, al borde del vaciado.
- En época de lluvias y si la plataforma anexa al talud tuviera pendiente hacia el mismo, se ejecutará a una distancia de aproximadamente 1 m una canaleta de evacuación de agua paralela al borde del corte y con caída suficiente para garantizar su perfecto funcionamiento.
- Las coronaciones de taludes permanentes, a las que deban acceder las personas, se protegerán mediante una barandilla resistente situada como mínimo a 2 metros del borde. (Como norma general se colocará barandilla siempre en excavaciones cuya profundidad sea igual o superior a 2 metros).
- Los pozos y zanjas estarán correctamente señalizados, para evitar caídas del personal a su interior.
- En los trabajos en zanja, la distancia mínima entre trabajadores será de 1 m.
- Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) a una distancia inferior a los 2 m, (como norma general) del borde de una excavación.
- Cuando la profundidad de una zanja sea igual o superior a 1,5 m, se entibará. (Se puede disminuir la entibación, desmochando en bisel a 45º los bordes superiores de la zanja).
- Cuando la profundidad de una zanja sea igual o superior a los 2 m se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla reglamentaria (pasamanos, listón intermedio y rodapié) situada a una distancia mínima de 2 m del borde.
- Cuando la profundidad de una zanja sea inferior a los 2 m puede instalarse una señalización de peligro de los siguientes tipos:
    - Línea en yeso o cal situada a 2 m del borde de la zanja paralela a la misma (su visión es posible con escasa iluminación).

- Línea señalización paralela a la zanja formada por cuerda de banderolas sobre pies derechos.

- Cuando sea necesario acceder o aproximarse a menos de 2 m. del borde del vaciado donde no existe protección se efectuará sujeto con un cinturón de seguridad sujeto a un punto fijo, bien construido exprofeso, o bien del medio natural (por ejemplo, un árbol).

- Conducciones enterradas: es preciso, antes de proceder a la excavación conocer la situación exacta de los servicios públicos que atraviesan el solar, con los datos aportados por los diferentes organismos. Una vez obtenidos éstos, se marcará en el terreno, el lugar donde está ubicadas, eligiendo un sistema que perdure hasta la realización de la excavación en esa zona anotando la profundidad exacta a la que se encuentran éstas, protegiéndolas ante eventuales sobrecargas producidas, por la circulación de vehículos pesados.

- La excavación mecánica, se realizará hasta 1 metro antes de llegar a la conducción y a partir de entonces, la excavación será manual con perforadores neumáticos, picos, etc., hasta 0,50 m, utilizando la pala manual a partir de esta distancia.

- Una vez localizada la canalización, se arriostrará convenientemente, para evitar que parta por su propio peso.

- El acceso para personal será independiente del acceso para vehículos.

- Las rampas para el acceso de vehículos al fondo del vaciado tendrán una pendiente máxima del 12% en rectas y del 8% en curvas.

- Se crearán fuertes topes de final de recorrido para la aproximación de vehículos al borde del vaciado a una distancia mínima de 2 m.

- Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas, conservarán el talud lateral que exija el terreno, y el ancho mínimo de rampa será de 4,5 m.

- Todo el personal que maneje los camiones, dumper, (apisonadores o compactadores), será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.

- Todos los vehículos serán revisados periódicamente, en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejados las revisiones en el libro de mantenimiento.

- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.

- Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en su interior.

- Cada equipo de carga para rellenos será dirigido por un jefe de equipo que coordinará las maniobras.

- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. (Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras).
- Se señalizarán los accesos y recorrido de los vehículos en el interior de la obra para evitar las interferencias.
- Se instalará en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topos de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.
- Todas las maniobras de vertido en retroceso serán dirigidas por el Encargado.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m (como norma general) en torno a las compactadores y apisonadoras en funcionamiento.
- Todos los vehículos empleados en esta obra, para las operaciones de relleno y compactación serán dotados de bocina automática de marcha hacia atrás.
- Se señalizarán los accesos a la vía pública, mediante las señales normalizadas de "peligro indefinido", "peligro salida de camiones" y "STOP".
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.
- Se establecerán a lo largo de la obra los letreros divulgativos y señalización de los riesgos propios de este tipo de trabajos (peligro: vuelco, atropello, colisión, etc).
- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada quedan obligados a utilizar el casco de seguridad para abandonar la cabina en el interior de la obra.

7.4.2. Identificación de riesgos

Riesgos más frecuentes en desmontes, vaciados y apertura de zanjas:

- Deslizamiento o desplome de tierras y/o rocas.
- Desprendimientos de tierras y/o rocas, por el manejo de la maquinaria.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas de personal, vehículo, maquinaria u objetos a distinto nivel (desde el borde de excavaciones).
- Caídas de personas al interior de una zanja.
- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.).
- Problemas de circulación interna (embarramiento) debidos al mal estado de las pistas de acceso o circulación.

- Interferencias con conducciones enterradas.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido ambiental.

En procedimientos mecánicos:

- Lesiones internas por trabajos continuados expuestos a vibraciones (taladradoras).
- Lesiones por rotura de las barras o punteros del taladro.
- Ruidos de gran intensidad.
- Proyecciones de tierras y/o rocas.
- Los propios de ambientes en los que se genera polvo.

7.4.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs

Movimiento de Tierras	
Protección Colectiva	Valla perimetral para cerramiento de la obra con accesos controlados y señalizados. Valla sectorial interna de obra para aislamiento de zonas peligrosas. Barandilla de protección en el perímetro del vaciado. Cinta normalizada de banderolas para señalización de riesgos, incluso p.p. de pies derechos de sustentación. Sirena acústica de accionamiento manual. Cartel avisador de riesgos con leyenda, incluso pie derecho de sustentación. Rótulo orientativo de lugares con acopios peligrosos. Formación y conservación de retallo para tope final de aproximación máxima al borde de excavaciones para los vehículos. Pasarelas en zanjas. Señales indicativas de riesgo. Las zanjas y huecos se entibarán de forma adecuada si así lo requiere la profundidad de las mismas y el estado del terreno circundante. Apuntalamientos, apeos. Se colocarán topes de seguridad para los camiones en las proximidades de las zanjas. Distancia de seguridad a líneas eléctricas. Se instalarán vallas perimetrales con la resistencia adecuada que eviten el acceso a elementos en tensión. Protección de huecos horizontales. Las zanjas y huecos estarán correctamente señalizadas para evitar caídas del personal a su interior, estando protegidas con barandilla rígida en el caso de existir riesgo de caída a distinto nivel (más de 2 m profundidad).
EPIs	Ropa de trabajo.

Movimiento de Tierras	
	Casco de seguridad (lo utilizarán, aparte de personal a pie, los maquinistas y camioneros, que deseen o deban abandonar las correspondientes cabinas de conducción). Botas o calzado de seguridad. Botas de seguridad impermeables. Trajes impermeables para ambientes lluviosos. Faja antivibración para operarios expuestos a vibraciones. Guantes de cuero. Guantes de goma o P.V.C. Gafas antipolvo. Gafas de seguridad. Botas y guantes aislantes de la electricidad para trabajos con sospecha de encontrar cables eléctricos enterrados. Protectores auditivos. Uso de cinturones de seguridad en maquinaria. Mascarilla antipolvo cuando sea requerida.
Señalización	En paralelismos y cruces con carreteras y caminos vecinales se colocarán señalizaciones que especifiquen claramente las limitaciones de velocidad, estrechamientos, sentido de la circulación, etc. Señales de STOP y peligro indefinido en los accesos a la obra. Prohibiciones de circulación o dirección única en su caso. Señalización de estrechamiento en calzada y de límites de velocidad y estacionamiento. Advertencia de zona de obras señalizada. Fin de limitaciones de velocidad, restricciones de cualquier tipo y fin de obra, en su caso. Señalización nocturna de las obras. Señales de STOP en los accesos de vehículos de obra y señales de entrada y salida de vehículos donde proceda. Equipo móvil de señales STOP y Dirección Única para señalización de restricciones momentáneas. Cerramiento exterior o vallado, con señalización nocturna. Balizamiento luminoso para situaciones con falta de visibilidad. Señalización de elementos en tensión.

Tabla 8. Medios de protección durante la actividad

7.5. Cimentaciones

En el presente Proyecto se prevé la realización de cimentaciones de los centros de transformación, el edificio de control y de los aerogeneradores.

7.5.1. Normas de seguridad

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Se solicitará de las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.
- El personal que debe trabajar en el interior de las zanjas conocerá los riesgos a los que está sometido.
- Se elegirá el personal idóneo para el manejo de maquinaria.
- En régimen de lluvias y encaramientos de las zanjas (o trincheras) es imprescindible la revisión minuciosa y detallada antes de reanudar los trabajos.
- Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran en el interior de las zanjas para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- Ser revisarán las entibaciones tras la interrupción de los trabajos antes de reanudarse de nuevo.
- Para realizar la excavación se mantendrá la distancia de seguridad adecuada entre la maquinaria de movimiento de tierras y el borde del talud, teniendo en cuenta la consistencia del terreno. Igualmente se procederá para el acopio de tierras al borde de la excavación.
- Para todas las operaciones se utilizarán maquinaria específica de obra. Ver especificaciones para cada tipo de maquinaria.
- No se circulará por debajo de cargas suspendidas.
- Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) al borde de una zanja manteniendo la distancia adecuada para evitar sobrecargas.
- Cuando la profundidad de una zanja o las características geológicas lo aconsejen se entibará o se taluzarán sus paredes.
- Cuando la profundidad de una zanja sea inferior a los 2 m., puede instalarse una señalización de peligro de los siguientes tipos:
    - un balizamiento paralelo a la zanja formada por cuerda de banderolas sobre pies derechos.
    - en casos excepcionales se cerrará eficazmente el acceso a la coronación de los bordes de las zanjas en toda una determinada zona.

7.5.2. Identificación de riesgos

- Atropellos y colisiones originados por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de la maquinaria.
- Generación de polvo.

- Desprendimientos y corrimientos de tierras.
- Vibraciones.
- Quemaduras.
- Afecciones dérmicas debidas a contacto con cementos
- Contactos eléctricos directos e indirectos.

7.5.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs

Cimentaciones	
Protección Colectiva	Recipientes con productos tóxicos o inflamables dispondrán de cierres herméticos y estarán almacenados según legislación vigente. La señalización y ordenación del tráfico de máquinas se realizará de forma visible y sencilla mediante señales conocidas por todo el personal presente en la obra. Se saneará el frente de trabajo antes de bajar al vaciado donde se va a realizar la cimentación. Se colocarán topes de seguridad para los camiones hormigonera en las proximidades de las zanjas. Las zanjas y huecos estarán correctamente señalizadas para evitar caídas del personal a su interior, estando protegidas con barandilla rígida en el caso de existir riesgo de caída a distinto nivel (más de 2 m profundidad). Se colocarán setas de protección en los extremos de toda la ferralla que presente un riesgo para las personas. Se instalarán vallas perimetrales con la resistencia adecuada que eviten el acceso a elementos en tensión.
EPIs	Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE. Casco de seguridad de polietileno Protectores auditivos. Guantes de protección. Calzado reforzado de seguridad. Botas de goma o P.V.C. Cazadora de alta visibilidad. Traje de agua (en condiciones húmedas). Uso de cinturones de seguridad en maquinaria. Faja antivibración para operarios expuestos a vibraciones. Mascarilla antipolvo cuando sea requerida. Guantes de goma finos para la manipulación de cementos.
Señalización	Se señalizarán todas las zonas de trabajo y acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representar, aunque las condiciones de visibilidad sean mínimas. Se señalizarán los elementos en tensión cuando se realicen trabajos próximos a los mismos.

Tabla 9. Medios de protección durante la actividad

7.6. Montaje aerogeneradores

Los aerogeneradores llegan despiezados para su montaje en campo. Las piezas de más complicado transporte son:

- Tramos de la torre tubular.
- Góndola completa, incluyendo los cables de conexión a la unidad de control.
- Las tres palas del rotor, independientes.
- Buje del rotor, cono de protección y mecanismo de actuación de los frenos mecánicos.
- Unidad de control.
- Accesorios (escalera, línea de seguridad, tornillos de ensamblaje, puertas, sujeciones varias, etc.)
- Montaje de celdas de línea y protección.
- Montaje de transformador.

7.6.1. Normas de seguridad

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Las operaciones de montaje serán realizadas por personal especializado y se señalizará la zona de trabajo.
- Todo transporte antes de entrar en obra se avisará al responsable.
- Todo transporte deberá respetar la distancia de seguridad de 20 km/h.
- No se realizará ninguna descarga o maniobra si está atardeciendo.
- Durante la carga, descarga e instalación de los elementos que componen el aerogenerador se utilizaran eslingas, útiles de izado y cuerdas para suspender el peso las cuales se revisaran antes de empezar las operaciones.
- Mantener zona limpia.
- Durante los trabajos de elevación la grúa deberá estar asentada sobre terreno horizontal con los gatos extendidos y calzados.
- Se prohíbe realizar tirones de la carga.
- Se prohíbe estaciones el camión grúa a distancias inferiores a 2 metros del borde del terreno.
- Se comprobara la estabilidad de la maquina antes de su utilización.

- Cuando se realicen trabajos mediante grúa, se utilizarán cuerdas guía para situar correctamente cada elemento en su lugar, evitando la manipulación manual directa.
- Cuando se trabaje con un conjunto de grúas, el peso del elemento elevado no debe superar la carga nominal de elevación de ninguna de las mismas.
- No se circulará por debajo de cargas suspendidas.
- Durante la colocación de la plataforma se utilizará arnés de seguridad amarrado a un punto fuerte.
- El izado de herramientas o materiales se realizará en recipientes cerrados.
- Se cuidará especialmente que ningún operario realice trabajos en altura sin la correspondiente protección anticaída.
- Cuando se montan las palas, no colocarse entre el rotor y la pala.
- Durante el montaje del rotor utilizar doble eslingado como segundo sistema de retención ante una caída de la pala.
- Antes de soldar el útil de izado del rotor-aspas hay que bloquear el rotor con el freno de mano.
- Los trabajos los deben realizar equipo de como mínimo 2 personas nunca estará una persona sola en el aerogenerador.
- Mientras las palas giran no debe permaneces ninguna persona en el interior del rotor.
- Para abrir/ cerrar la puerta del nacelle utilizar arnés de seguridad y cadena de seguridad.
- El material y las herramientas serán transportadas por los operarios cuando se suban por las escaleras portátiles de tal forma que queden libres las extremidades superiores.
- En caso de torres de tres tramos, no se puede dejar la torre montada con los tres, ya que al subir la velocidad del viento podría entrar en resonancia por efecto vórtex o torbellino. Siempre se montará la nacelle justo después de montar el tercer tramo.
- Durante el montaje de las partes del aerogenerador se tendrán en cuenta unas velocidades de vientos de modo que si se llegan a superar se suspenderán los trabajos. Siendo estas velocidades las siguientes:

– 25 m/s para permanecer en la zona de montaje.

– 20 m/s para acceder a la nacelle (una vez montada).

– 15 m/s para descarga, acopio y montaje de tramos de torre y palas.

– 15 m/s para acceder al exterior de la nacelle.

– 15 m/s para descarga, acopio y montaje de la nacelle.

- 12 m/s para montaje de rotor y palas.

  - Se definirán en el Plan de Seguridad elaborado por el Contratista las velocidades máximas de viento permitidas para la realización de cada una de las tareas.

7.6.2. Identificación de riesgos

- Atropellos y colisiones originados por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de la maquinaria.
- Desprendimientos y corrimientos de tierras.
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de objetos o cargas.
- Caída cargas suspendidas.
- Sobre esfuerzos.
- Golpes contra objetos.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Atrapamiento entre objetos.
- Aplastamiento de manos y/o pies
- Explosión
- Incendio
- Vuelco mauinaria
- Quemaduras.

7.6.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs

Montaje de equipos y estructuras	
Protección Colectiva	Recipientes con productos tóxicos o inflamables dispondrán de cierres herméticos y estarán almacenados según legislación vigente. La señalización y ordenación del tráfico de máquinas se realizará de forma visible y sencilla mediante señales conocidas por todo el personal presente en la obra. Cable de seguridad Si es posible, se protegerán lo lugares con riesgo de caída mediante barandilla rígida con rodapié o mallazo electrosoldado. (Los huecos serán inferiores a un cuadrado de 5 x 5 cm). Se instalarán líneas de vida en aquellos lugares desprotegidos que estén a más de 2 m de altura.

Montaje de equipos y estructuras	
	Se protegerán adecuadamente todos aquellos extremos de Piezas y aristas que presenten un riesgo para las personas.
EPIs	Traje de agua (en condiciones húmedas). Casco de seguridad Gafas contra proyecciones Gafa antipolvo Protector auditivo Arnés de seguridad Sistema anticaídas Uso de cinturones de seguridad en maquinaria. Faja antivibración para operarios expuestos a vibraciones. Mascarilla antipolvo cuando sea requerida. Cinturón de seguridad clase C con línea de 1,5 m y mosquetones de seguridad para los trabajos en altura.
Señalización	Se señalizarán todas las zonas de trabajo y de acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representa, aunque las condiciones de visibilidad sean mínimas.

Tabla 10. Medios de protección durante la actividad

7.7. Montaje de aerogeneradores

El presente Proyecto se diseña con un montaje del generador fotovoltaico sobre una estructura soporte con sistema de seguimiento solar, para optimizar la producción anual de energía de la Instalación.

7.7.1. Normas de seguridad

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Las operaciones de montaje serán realizadas por personal especializado y se señalizará la zona de trabajo.
- Cuando se realicen trabajos mediante grúa, se utilizarán cuerdas guía para situar correctamente cada elemento en su lugar, evitando la manipulación manual directa.
- Cuando se trabaje con un conjunto de grúas, el peso del elemento elevado no debe superar la carga nominal de elevación de ninguna de las mismas.
- No se circulará por debajo de cargas suspendidas.
- Se cuidará especialmente que ningún operario realice trabajos en altura sin la correspondiente protección anticaída.
- El material y las herramientas serán transportadas por los operarios cuando se suban por las escaleras portátiles de tal forma que queden libres las extremidades superiores.

- Se definirán en el Plan de Seguridad elaborado por el Contratista las velocidades máximas de viento permitidas para la realización de cada una de las tareas.

7.7.2. Identificación de riesgos

- Atropellos y colisiones originados por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de la maquinaria.
- Desprendimientos y corrimientos de tierras.
- Vibraciones.
- Quemaduras.

7.7.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs

Montaje de equipos y estructuras	
Protección Colectiva	Recipientes con productos tóxicos o inflamables dispondrán de cierres herméticos y estarán almacenados según legislación vigente. La señalización y ordenación del tráfico de máquinas se realizará de forma visible y sencilla mediante señales conocidas por todo el personal presente en la obra. Si es posible, se protegerán lo lugares con riesgo de caída mediante barandilla rígida con rodapié o mallazo electrosoldado. (Los huecos serán inferiores a un cuadrado de 5 x 5 cm). Se instalarán líneas de vida en aquellos lugares desprotegidos que estén a más de 2 m de altura. Se protegerán adecuadamente todos aquellos extremos de Piezas y aristas que presenten un riesgo para las personas.
EPIs	Traje de agua (en condiciones húmedas). Uso de cinturones de seguridad en maquinaria. Faja antivibración para operarios expuestos a vibraciones. Mascarilla antipolvo cuando sea requerida. Cinturón de seguridad clase C con línea de 1,5 m y mosquetones de seguridad para los trabajos en altura.
Señalización	Se señalizarán todas las zonas de trabajo y de acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representa, aunque las condiciones de visibilidad sean mínimas.

Tabla 11. Medios de protección durante la actividad

7.8. Instalación eléctrica

La infraestructura eléctrica de las instaleciones constará de varias partes diferenciadas según el siguiente detalle:

- Generador fotovoltaico (paneles fotovoltaicos y seguidor).

- Sistemas de conversión CC/CA: se prevén inversores centrales instalados en cabinas prefabricadas.
- Sistemas de transformación BT/MT: instalados en los mismos centros de transformación con varios inversores cada uno que se conectan a un mismo transformador de 0,65/33 kV.
- Celdas de protección en Media Tensión.
- Sistemas Auxiliares.
- Líneas de Media Tensión, 30 kV uniendo la estación de potencia con el centro de seccionamiento.
- Cableado interior de los aerogeneradores
- Línea de media tensión en 30 kV de interconexión entre los aerogeneradores.

7.8.1. Normas de seguridad

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Las paredes de las zanjas y de los taludes se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.
- Comunicación walkie talkie.
- Se emplearan elementos de protección de altura en el aerogenerador.
- El personal del interior del fuste utilizara línea de vida.
- Las herramientas deberán estar bien sujetas para evitar su caída a nivel inferior.
- El trabajo se realizará en equipos de como mínimo dos personas.
- Las operaciones de tendido del cable serán realizadas por personal especializado y se indicará la zona de seguridad antes de llevarlas a cabo.
- La tensión nominal de las herramientas portátiles no excederá de:
    - Las de tipo portátil de accionamiento manual con alimentación de corriente continua o alterna monofásica: 250V.
    - Las de otras características: 440 V.
- En cualquier caso, la tensión no excederá de 250 voltios con relación a tierra. Las herramientas portátiles a mano llevarán incorporado un interruptor debiendo responder a las siguientes prescripciones:

- Estarán sometidas a la presión de un soporte, de forma que obligue al utilizador de la herramienta a mantener, en la posición de marcha, constantemente presionado este interruptor.
- El interruptor estará situado de manera que se evite el riesgo de la puesta en marcha intempestiva de la herramienta, cuando no sea utilizada.

- Cuando sea necesario realizar comprobaciones de los mecanismos de protección como magnetotérmicos y diferenciales se avisará a todos los trabajadores que estuvieran utilizando conexiones al cuadro eléctrico, motivo de la rescisión, para que no utilicen las herramientas portátiles, maquinaria, etc...
- Se comprobará de forma periódica el funcionamiento de los mecanismos de protección (magneto térmicos y diferenciales), conexiones y toma de tierra de los cuadros eléctricos y maquinaria.
- Los cuadros eléctricos en servicio deberán permanecer cerrados con la cerradura de seguridad de triángulos (o la llave).
- Los cuadros eléctricos estarán provistos de señalización indicativa de riesgo (eléctrico) e indicación que la manipulación interior solo puede ser realizada por personal especializado y autorizado.
- No se permitirá la utilización de fusibles rudimentarios. Se utilizarán fusibles normalizados.
- Durante el montaje de la instalación se tomarán las medidas necesarias para impedir que nadie pueda conectar la instalación a la red, es decir, ejecutando como última fase de la instalación, el cableado desde el cuadro general al de la compañía y guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para efectuar la conexión en el cuadro (fusibles y accionadores), que se instalarán poco antes de concluir la instalación.
- Antes de proceder a la conexión se avisará al personal de que se van a iniciar las pruebas de tensión instalando carteles y señales de "Peligro de electrocución".
- Antes de hacer las pruebas con tensión se ha de revisar la instalación, cuidando de que no queden accesibles a terceros, uniones, empalmes y cuadros abiertos, comprobando la correcta disposición de fusibles, terminales, protección diferencial, puesta a tierra, cerradura y manguera en cuadros y grupos eléctricos.
- Siempre que sea posible se enterrarán las mangueras eléctricas; a modo de señalización y protección para reparto de cargas, se establecerán sobre las zonas de paso sobre manguera, una línea de tablones señalizados en los extremos del paso con señal de "Peligro de electrocución". Dentro de la edificación las mangueras deberán ir colgadas mediante elementos aislantes del techo y a una altura que no provoque el contacto con las personas u objetos que estas transporten. Deberá evitarse su tendido por el suelo.

- Los mangos de las herramientas manuales estarán protegidos con doble aislamiento a base de materiales dieléctricos, quedando prohibida su manipulación u alteración. Si el aislamiento está deteriorado se retirará la herramienta.
- Los montajes y desmontajes eléctricos serán efectuados por personal especializado.
- Todo el personal que manipule conductores y aparatos accionados por electricidad estará dotado de guantes aislantes y calzado de goma.
- Se tendrán en cuenta las medidas preventivas que están incluidas en el capítulo de medios auxiliares que hace referencia a escaleras portátiles y andamios.
- No se conexionarán cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.
- Para la realización del cableado, cuelgue y conexionado de la instalación eléctrica puntuales, se procederá con una plataforma elevadora o un castillete con ruedas.

7.8.2. Identificación de riesgos

- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de personas a distinto nivel
- Cortes o golpes por manejo de objetos o herramientas manuales
- Cortes o pinchazos por manejo de vías y conducciones.
- Proyección de fragmentos o partículas fundamentalmente en la apertura de rozas.
- Incendio por ser incorrecta la instalación de la red eléctrica.
- Ruido
- Electrocución o quemaduras graves por mala protección de cuadros o grupos eléctricos.
- Electrocución o quemaduras graves por maniobras en líneas o aparatos eléctricos por personal inexperto.
- Electrocución o quemaduras graves por utilización de herramientas, (martillos, alicates, destornilladores, etc.) sin el aislamiento.
- Electrocución o quemaduras graves por falta de aislamiento protector, en líneas y/o cuadros (disyuntores diferenciales).
- Electrocución o quemaduras graves por falta de protección en fusibles, protecciones diferenciales puesta a tierra, mala protección de cables de alimentación, interruptores, etc.

- Electrocución o quemaduras graves por establecer puentes que anulen las protecciones.
- Electrocución o quemaduras graves por conexiones directas (sin clavijas).

7.8.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs

Instalación eléctrica	
Protección Colectiva	Para la realización de trabajos en altura se utilizarán andamios con barandillas de 0,90 m. de altura, con listón superior, listón intermedio y rodapié. Recipientes con productos tóxicos o inflamables dispondrán de cierres herméticos y estarán almacenados según legislación vigente. La señalización y ordenación del tráfico de máquinas se realizará de forma visible y sencilla mediante señales conocidas por todo el personal presente en la obra. Se saneará el frente de trabajo antes de realizar el tendido de los cables en las zanjas. Se colocarán topes de seguridad para los camiones hormigonera en las proximidades de las zanjas. Las zanjas y huecos estarán correctamente señalizadas para evitar caídas del personal a su interior, estando protegidas con barandilla rígida en el caso de existir riesgo de caída a distinto nivel (más de 2 m de profundidad) Las zanjas y los huecos se entibarán de forma adecuada si así lo requiere la profundidad de las mismas y el estado del terreno circundante.
EPIs	Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE. Casco de seguridad de polietileno. Mono de trabajo. Guantes aislantes. Arnes de seguridad Dispositivo anticaidas Botas aislantes. Cinturón de seguridad para trabajos en altura. Banqueta o alfombra aislante. Comprobadores de tensión. Herramientas con doble aislamiento.
Señalización	Se señalizarán todas las zonas de trabajo y de acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representan, aunque las condiciones de visibilidad sean mínimas.

Tabla 12. Medios de protección durante la actividad

7.9. Puesta en marcha

Esta actividad consiste en la realización de las pruebas de comisionado de la Instalación.

7.9.1. Normas de seguridad

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Los operarios que realicen la maniobra de puesta en marcha de la Instalación poseerán una titulación acorde con sus labores.
- Se guardarán las distancias de seguridad preceptivas a los elementos que estén en tensión.
- No se conectará ningún elemento sin haber comprobado que no exista persona alguna en sus proximidades.

7.9.2. Identificación de riesgos

- Incendio por ser incorrecta la instalación de la red eléctrica.
- Ruido
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de objetos a distinto nivel
- Desplome estructuras.
- Incendios.
- Electrocución o quemaduras graves por mala protección de cuadros o grupos eléctricos.
- Electrocución o quemaduras graves por maniobras en líneas o aparatos eléctricos por personal inexperto.
- Electrocución o quemaduras graves por utilización de herramientas, (martillos, alicates, destornilladores, etc.) sin el aislamiento.
- Electrocución o quemaduras graves por falta de aislamiento protector, en líneas y/o cuadros (disyuntores diferenciales).
- Electrocución o quemaduras graves por falta de protección en fusibles, protecciones diferenciales puesta a tierra, mala protección de cables de alimentación, interruptores, etc.
- Electrocución o quemaduras graves por establecer puentes que anulen las protecciones.
- Electrocución o quemaduras graves por conexiones directas (sin clavijas).

7.9.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs

Puesta en marcha	
Protección Colectiva	Se tendrá en todo momento un kit de salvamento eléctrico completo cuando se realicen trabajos con tensión. Este estará compuesto, como mínimo, por: pértiga de salvamento, verificador de tensión, cizalla

Puesta en marcha	
	cortacables, baqueta aislante, guantes aislantes, chanclas aislantes, frasco de sales reanimadoras y cartel de primeros auxilios. Se protegerán adecuadamente todos aquellos extremos de piezas y aristas que presenten un riesgo para las personas. Linea de vida
EPIs	Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE. Casco de seguridad de polietileno. Mono de trabajo. Guantes aislantes. Arnés de seguridad Dispositivo anticaidas. Botas aislantes. Cinturón de seguridad para trabajos en altura. Banqueta o alfombra aislante. Comprobadores de tensión. Herramientas con doble aislamiento.
Señalización	Se señalizarán todas las zonas de trabajo y de acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representan, aunque las condiciones de visibilidad sean mínimas.

Tabla 13. Medios de protección durante la actividad

8. Análisis de máquinas y equipos

En este apartado se analizarán los riesgos asociados al uso de las diferentes máquinas y equipos que se utilizarán durante las obras de construcción de este Proyecto.

8.1. Máquinas y equipos

Las principales maquinarias y equipos que se prevén para la ejecución de las obras son:

Maquinaria y Equipos previstos para el Proyecto	
Máquinas	Bulldozer Retroexcavadora

Maquinaria y Equipos previstos para el Proyecto	
	Apisonadora Bañera y camión volquete Camión hormigonera Camión grúa Camión con pluma Dumper Autohormigonera Zanjadora Máquina hincapostes
Equipos	Compresor neumático Martillo neumático Sierra circular portátil Instalación eléctrica auxiliar Escaleras Plataformas de trabajo / andamios Estrobos, cables y cuerdas

Tabla 14. Principales maquinaria y equipos

Identificación de Riesgos

La siguiente tabla indica una relación de los riesgos principales asociados al trabajo con las máquinas y equipos durante la ejecución de las obras.

Identificación de los Principales Riesgos asociados a Máquinas y Equipos
Atropellos y colisiones.
Vuelcos y deslizamientos de la maquinaria.
Deslizamientos y desprendimientos de tierras.
Caídas de personas al mismo o distinto nivel.
Caídas de material desde las máquinas.
Proyección de partículas.
Explosiones e incendios.
Desprendimientos y corrimientos de tierras.
Ruido puntual y ambiental.
Aplastamientos y atrapamientos.
Vibraciones.
Accidentes debidos a las condiciones meteorológicas.
Cortes y amputaciones.
Pinchazos.
Sobreesfuerzos.
Quemaduras.
Golpes.

Tabla 15. Identificación de principales riesgos asociados a máquinas y herramientas

En los apartados 1.7.5 y 1.7.5.9 se definen los principales riesgos asociados al uso de cada maquinaria y equipo de forma más específica.

8.2. Normas básicas de seguridad y salud

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad aplicables a toda la maquinaria mencionada en este apartado:

- Los operarios que manejen la maquinaria deberán estar en posesión de los permisos o carné necesarios para ocupar este puesto, estando la empresa a la que pertenezcan al corriente en los pagos a la Seguridad Social.
- Toda la maquinaria a emplear en las obras deberá poseer la correspondiente declaración de conformidad o la adecuación al Real Decreto 1215/1997, modificado por el real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, manual de usuario y su libro de mantenimiento actualizado.
- Las máquinas que así lo exija la legislación, tendrán vigente su correspondiente póliza de responsabilidad civil.
- Se prohíbe transportar personal fuera de la cabina de las máquinas o en un número superior a las plazas permitidas.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima nominal de los vehículos, así como superar los esfuerzos máximos para los que están previstas las máquinas.
- Se prohíbe la utilización de la maquinaria y los elementos auxiliares para cometidos diferentes para los que han sido diseñados y está prevista su utilización.
- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta al conductor en caso de falta de visibilidad del área de trabajo.
- Las paredes de los taludes se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- Se evitará la superposición de los tajos.
- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando objetos que impidan el paso.
- No se realizará acopio de materiales en las proximidades de las zanjas ni en lugares elevados sin el correspondiente aseguramiento de los mismos.
- No se circulará por debajo de cargas suspendidas.
- El acceso a la máquina se realizará utilizando los medios de los que está provista para tal fin, sin saltar ni realizar maniobras bruscas.
- No se empleará innecesariamente la alta velocidad, especialmente cuando no haya buena visibilidad, o cuando las condiciones del terreno sean adversas.

- En general, se utilizarán velocidades moderadas.
- No se trabajará en pendientes excesivamente pronunciadas susceptibles de producir vuelco.
- Ante la presencia de conductores eléctricos bajo tensión se impedirá el acceso de la maquinaria a puntos donde pudiese entrar en contacto.
- Asegurar firmemente los objetos que situados en la parte externa de la máquina.
- No se procederá a reparaciones sobre la máquina con el motor en marcha.
- Los cambios de circulación interna se señalizarán con claridad para evitar colisiones o roces.
- No se realizarán ni mediciones ni replanteos en las zonas donde estén trabajando máquinas de movimiento de tierras hasta que estén paradas y en lugar seguro de no ofrecer riesgo de vuelcos o desprendimientos de tierra.
- Para abrir el tapón del radiador, se eliminará previamente la presión interior y se tomarán precauciones para evitar quemaduras.
- No se abandonará la máquina sin antes haber parado el motor, quitado la llave de contacto y puesto el freno.
- Antes de subir a la máquina para iniciar la marcha, se comprobará que no hay nadie en las inmediaciones, así como la posible existencia de manchas que indiquen perdidas de fluidos.
- Cuando se tenga que circular por superficies inclinadas, se hará siempre según la línea de máxima pendiente.
- Se comprobará periódicamente el estado de los frenos, mandos y luces.
- Se podrá bloquear la dirección cuando se esté parado.
- Se mantendrán en cualquier caso las preceptivas distancias de seguridad a los elementos en tensión.

8.3. Equipos de protección

Equipos de Protección	
Protección colectiva	Señalización acústica automática para la marcha atrás. Faros de desplazamientos hacia delante o hacia atrás. Servofreno y frenos de seguridad. Retrovisores a cada lado. Equipadas con extintor.
EPIs	Casco, preferiblemente con barbuquejo (uso fuera de la cabina). Ropa de trabajo (funda o chaquetilla y pantalón como mínimo.)

Equipos de Protección	
	Botas de seguridad. Traje de agua (en condiciones húmedas). Cinturón de seguridad en desplazamientos. Protectores auditivos (exposición al ruido). Guantes de protección frente a riesgos mecánicos. Faja antivibración (exposición a vibraciones de la maquinaria).

Tabla 16. Equipos de protección para máquinas y equipos

8.4. Maquinaria

8.4.1. Bulldozer

Durante el uso del Bulldozer se consideran las siguientes Normas Básicas de Seguridad (además de las comunes ya indicadas en el apartado correspondiente):

- La hoja deberá estar bajada para desplazarse con seguridad, tanto hacia delante como hacia atrás.
- No se abandonará la máquina sin antes haber dejado reposada en el suelo la cuchilla, parado el motor, quitada la llave de contacto y puesto el freno.
- Cuando se quiten obstáculos como troncos de árboles, piedras de gran tamaño, etc. no se cargará contra ellos a alta velocidad, se eliminarán haciendo la excavación a modo de palanca.

En cuanto a los riesgos más frecuentes, protecciones colectivas y EPIs, se corresponden con los indicados en los apartados 1.7.2 y 1.7.4 respectivamente.

8.4.2. Retroexcavadora

Durante el uso de la Retroexcavadora se consideran las siguientes Normas Básicas de Seguridad (además de las comunes ya indicadas en el apartado correspondiente):

- Cuando no están trabajando, deben estar paradas con los frenos puestos. Las máquinas con ruedas deben tener estabilizadores.
- Se colocarán de manera que las ruedas o las cadenas estén a 90° respecto a la superficie de trabajo, siempre que sea posible. Esto permite mayor estabilidad y un rápido retroceso.
- Si se utiliza la retroexcavadora sobre cadenas, con pala frontal, deben quedar las ruedas cabillas detrás, para que no puedan sufrir ningún daño, debido a la caída fortuita de materiales.
- En operaciones con pala frontal, sobre masas de una cierta altura, se empezará atacando las capas superiores para evitar derrumbamientos.

- Cuando haya varias máquinas trabajando a diversos niveles, se hará que la máquina ensanche suficientemente su corte antes de comenzar otro más bajo, esto impide que caigan sobre la máquina inferior rocas o tierras. Se evitará que la situada en la parte inferior excave bajo la plataforma superior.

- Cuando sea necesario trabajar en una pendiente, se hará hacia arriba, así el agua no se introducirá en la excavación.

- Cuando se suba o baje por un camino con una pendiente pronunciada, es necesario situar la cuchara a una altura que no choque con los posibles obstáculos, pero lo suficientemente baja como para actuar de soporte de la máquina en caso de que ésta fuese a volcar. Otro método, cuando se sube por una pendiente, será llevar el brazo y la cuchara hacia delante y baja, actuando así de contrapeso.

- La cuchara no debe usarse nunca para golpear rocas, especialmente si están medio desprendidas.

- Cuando se circula con retroexcavadora de orugas deben de actuar las ruedas cabillas en la parte trasera para que las cadenas, en contacto con el suelo, estén en tensión.

- Por la razón antes mencionada cuando se usa cucharón excavador, las ruedas cabillas deben estar en la parte delantera (extremo de trabajo).

- Se debe cargar el material en los camiones de manera que la cuchara nunca pase por encima de la cabina del camión o del personal de tierra.

- Siempre que se cambien accesorios, nos aseguraremos de que el brazo esta abajo y parado. Cuando sea necesario, en algunas operaciones de mantenimiento, por ejemplo, trabajar con el brazo levantado, utilizaremos puntales para evitar que vuelque. Esta advertencia también es válida para las palas cargadoras.

En cuanto a los riesgos más frecuentes, protecciones colectivas y EPIs, adicionalmente a los indicados en los apartados 1.7.2 y 1.7.4, se consideran los siguientes:

Riesgos más frecuentes:

- Atropello.

- Deslizamiento de la máquina.

- Máquinas en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina y bloquear los frenos).

- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible para la circulación de la retroexcavadora).

- Caída por pendientes (trabajos al borde de taludes, cortes y asimilables).

- Choque contra otros vehículos.

- Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas.

- Interferencias con infraestructuras urbanas (alcantarillado, red de aguas y líneas de conducción de gas o de electricidad).
- Incendio.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Atrapamientos (trabajos de mantenimiento).
- Proyección de objetos.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Riesgos higiénicos de carácter pulverulento.
- Sobreesfuerzos.

EPIs:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Gafas antiproyecciones para las operaciones de mantenimiento.
- Casco de seguridad para los desplazamientos fuera del vehículo.
- Guantes de cuero, goma o P.V.C. para las labores de mantenimiento.
- Faja antivibratoria y cinturón de seguridad.
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Botas de goma o P.V.C. para los desplazamientos fuera del vehículo en temporada de barros y lluvias.
- Mascarillas con filtro mecánico recambiable antipolvo.
- Protectores auditivos en caso de no disponer de cabina insonorizada.

8.4.3. Apisonadora

En cuanto a las normas básicas de seguridad, además de lo indicado en los apartados 1.7.2, 1.7.3 y 1.7.4:

- El operador permanecerá en su puesto de trabajo, sin abandonar éste hasta que el rodillo esté parado.

- Vigilará especialmente la estabilidad del rodillo cuando circule sobre superficies inclinadas, así como de la consistencia mínima del terreno, necesaria para conservar dicha estabilidad.
- Las reparaciones y operaciones de mantenimiento se harán con la máquina parada.

Riesgos más frecuentes:

- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Máquina en marcha fuera de control.
- Vuelco (por fallo del terreno o inclinación excesiva).
- Caída por pendientes.
- Choque contra otros vehículos (camiones, máquinas).
- Incendios (mantenimiento).
- Quemaduras (mantenimiento).
- Caída de personas al subir o bajar de la máquina.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Los derivados de trabajos continuados y monótonos.
- Los derivados del trabajo realizado en condiciones meteorológicas duras.

Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad (al bajar de la máquina).
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes.
- Protectores anti-ruidos.

8.4.4. Bañera y camión volquete

Durante el uso de la Bañera y el Camión Volquete se consideran las siguientes Normas Básicas de Seguridad (además de las comunes ya indicadas en el apartado correspondiente):

- La operación de carga no se realizará por encima de la cabina.

- Se prohibirá la permanencia de operarios dentro del radio de acción del camión.
- Si la cabina no está reforzada, el conductor abandonará la cabina, colocándose fuera del área peligrosa durante el proceso de carga.

Nunca se pondrá el camión en movimiento con la caja en posición elevada.

En cuanto a los riesgos más frecuentes, protecciones colectivas y EPIs, se corresponden con los indicados en los apartados 1.7.2 y 1.7.4 respectivamente.

8.4.5. Camión hormigonera

Durante el uso del Camión Hormigonera se consideran las siguientes Normas Básicas de Seguridad (además de las comunes ya indicadas en el apartado correspondiente):

- Se fijarán firmemente todos los elementos situados en el exterior del camión.
- Se procurará no llenar en exceso la cuba para evitar vertidos innecesarios durante el transporte de hormigón.
- Se evitará la limpieza de la cuba y canaletas en la proximidad de los tajos.
- Los operarios que manejen las canaletas desde la parte superior de las zanjas evitarán en lo posible permanecer a una distancia inferior a los 60 cm. del borde de la zanja.
- Queda expresamente prohibido el estacionamiento y desplazamiento del camión hormigonera a una distancia inferior a los 2 m del borde de las zanjas. En caso de ser necesaria una aproximación inferior a la citada se deberá entibar la zona de la zanja afectada por el estacionamiento del camión hormigonera, dotándose además al lugar de un tope firme para la rueda trasera del camión, para evitar caídas y deslizamientos.

En cuanto a los riesgos más frecuentes, protecciones colectivas y EPIs, adicionalmente a los indicados en los apartados 1.7.2 y 1.7.4, se consideran los siguientes:

Riesgos más frecuentes:

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Vuelco del camión.
- Atrapamientos.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Atropello de personas (entrada, circulación interna y salida).
- Choque o golpe contra objetos u otros vehículos.
- Sobreesfuerzos (mantenimiento).
- Afecciones dérmicas por contacto con cemento.

EPIs:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad para los desplazamientos fuera de la cabina.
- Guantes de goma finos para manipulación de cementos.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Faja anti vibratoria y cinturón de seguridad en el camión.

8.4.6. Camión grúa y camión con pluma

Durante el uso del Camión Grúa y el Camión con Pluma se consideran las siguientes Normas Básicas de Seguridad (además de las comunes ya indicadas en el apartado correspondiente):

- Se fijarán firmemente todos los elementos situados en el exterior del camión.
- Se asegurará la estabilidad del camión, antes de realizar los trabajos.
- Antes de comenzar la maniobra se comprobará el peso exacto de la pieza, y que tanto la máquina como los elementos auxiliares necesarios para efectuar el izado, son capaces de resistir la carga, y que se encuentren en perfecto estado de conservación y funcionamiento.
- Cuando se trabaje con un conjunto de grúas, el peso del elemento elevado no debe superar la carga nominal de elevación de ninguna de las mismas.
- El conductor no abandonará la máquina mientras existan cargas suspendidas.
- Al circular lo hará con el mástil plegado.
- Al finalizar el trabajo el mástil quedará plegado.
- Se evitará dar golpes a los grilletes, así como soldar sobre ellos o calentarlos. Las mismas precauciones se adoptarán con las poleas.
- Las zonas de izado de material se acotarán y señalizarán convenientemente para evitar que nadie se sitúe inadvertidamente bajo cargas suspendidas.
- Se comprobará, antes de comenzar la maniobra, que el camino que ha de recorrer la pieza está libre de obstáculos.
- El personal que ordene las maniobras deberá estar especializado. Se evitarán los cambios del personal dedicado a estas tareas.
- El personal dedicado habitualmente a la ejecución de maniobras dispondrá de tablas e instrucciones que le permitan seleccionar correctamente los elementos adecuados a cada maniobra.

- Las maniobras importantes estarán calculadas y supervisadas por un técnico capacitado.
- El izado de la carga se hará vertical y no en sentido oblicuo.
- Se prohíbe el traslado de personal sobre cargas, ganchos o eslingas vacías.
- Se prohíbe terminantemente situarse sobre las piezas suspendidas.

En cuanto a los riesgos más frecuentes, protecciones colectivas y EPIs, adicionalmente a los indicados en los apartados 1.7.2 y 1.7.4, se consideran los siguientes:

- Riesgos más frecuentes: Contactos eléctricos.
- EPIs: Gafas de sol (cuando sea necesario).

8.4.7. Dumper

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- El dumper deberá poseer la declaración de conformidad o adecuación al Real Decreto 1215, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, además de su correspondiente manual de instrucciones y libro de mantenimiento y revisiones.
- No se realizarán reparaciones ni operaciones de mantenimiento con la máquina en funcionamiento.
- Se indicarán los movimientos que se realicen.
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor colocando la velocidad en sentido contrario al de la pendiente.
- El conductor no abandonará la máquina mientras existan cargas suspendidas.
- El personal permanecerá fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos, golpes y caídas de material sobre personas.
- En caso de falta de visibilidad las maniobras serán guiadas por un operario.
- Al circular lo hará con el mástil plegado y la carga lo más baja posible.
- Al finalizar el trabajo el mástil quedará plegado.
- El operario de la máquina dispondrá en todo momento: Casco de seguridad, ropa de trabajo adecuada y botas antideslizantes. Este limpiará el barro cada vez que entre en la máquina para no resbalar con los pedales.
- No se sobrepasará la carga nominal del dumper.
- No se situará la carga de forma que impida la visión del operario.

Riesgos más frecuentes:

- Choque con elementos fijos o móviles de obra.
- Atropello y/o aprisionamiento de personas en operaciones de maniobra, descarga y mantenimiento.
- Vuelcos al circular por pendientes excesivas, realizar maniobras bruscas, o llevar exceso de carga.

Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Botas impermeables de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o P.V.C. (mantenimiento).

8.4.8. Autohormigonera

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- La autohormigonera deberá poseer la declaración de conformidad o adecuación al Real Decreto 1215, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, además de su correspondiente manual de instrucciones y libro de mantenimiento y revisiones.
- Se comprobará de forma periódica el dispositivo de bloqueo de la cuba, así como el estado de los cables, palancas y accesorios.
- Al terminar la operación de hormigonado o al terminar los trabajos, el operador dejará la cuba reposando o en posición elevada, completamente inmovilizada.
- La hormigonera está provista de toma de tierra, con todos los órganos que puedan dar lugar a atrapamientos convenientemente protegidos, el motor con carcasa y el cuadro eléctrico aislado y cerrado permanentemente.
- En operaciones de vertido manual de las hormigoneras (vertido por carretillas), la superficie por donde pasen estará limpia y sin obstáculos.
- No se introducirán las extremidades o elementos extraños en la cuba, sin haber parado y desconectado previamente la máquina.
- Se utilizarán guantes de goma finos para evitar el contacto de la piel con el cemento.

8.4.9. Zanjadora

Normas preventivas:

- Nunca se debe saltar de la máquina. Utilizar los medios instalados para tal fin y emplear ambas manos para sujetarse.
- En los trabajos de mantenimiento y reparación aparcar la máquina en suelo firme, colocar todas las palancas en posición neutral y parar el motor quitando la llave de contacto.
- Antes de cada intervención en el circuito hidráulico hay que accionar todos los mandos auxiliares en ambas direcciones con la llave en posición de contacto para eliminar presiones dinámicas.
- Nunca ponga la máquina en marcha antes de asegurar las piezas sueltas, comprobar si falta alguna señal de aviso.
- No realice modificaciones ampliaciones o montajes de equipos adicionales en la máquina, que perjudiquen la seguridad.
- En previsión de vuelcos, la cabina ha de estar en todo momento libre de objetos pesados.
- Mantenga su máquina limpia de grasa y aceite y en especial los accesos a la misma.
- Permanezca separado de todas las partes giratorias o móviles.
- Nunca trabaje debajo del equipo mientras éste no se encuentre apoyado adecuadamente en el suelo.
- No use cables defectuosos y utilice los guantes. Durante el giro del motor tenga cuidado que no se introduzcan objetos en el ventilador.
- Utilizar guantes y gafas de seguridad para efectuar trabajos
- Desconectar el motor al repostar y no fumen mientras lo hacen.
- Controlar la existencia de fugas en mangueras, racores... si existen, elimínelas inmediatamente.
- No utilice nunca ayuda de arranque en frío a base de éter cerca de fuentes de calor.
- No transporte personal en la máquina sino está debidamente autorizado para ello.

Riesgos más frecuentes:

- Caída a distinto nivel.
- Aplastamiento.
- Vibraciones.
- Proyección de partículas.
- Quemaduras.

- Incendio. Explosión. Cortes.
- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Vuelco (por fallo del terreno o inclinación excesiva).
- Caída por pendientes.
- Choque contra otros vehículos (camiones, máquinas).
- Caída de personas al subir o bajar de la máquina.
- Ruido.

Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad (al bajar de la máquina).
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes.
- Protectores anti ruidos.

8.4.10. Maquina hincapostes

Normas Preventivas:

- Deben utilizarse pilotadoras de fabricación de pilotes mediante máquina taladradora rotatoria que prioritariamente dispongan de marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones o que se hayan sometido a puesta en conformidad de acuerdo con lo que especifica el RD 1215/97.
- Se recomienda que la pilotadora esté dotada de avisador luminoso de tipo rotatorio o flash
- Estar dotada de avisador acústico de marcha atrás.
- Cuando esta máquina circule únicamente por la obra, es necesario comprobar que la persona que la conduce tiene la autorización, dispone de la formación y de la información específicas de PRL que fija el RD 1215/97, de 18 de julio, artículo 5 o el Convenio Colectivo General del sector de la Construcción, artículo 156, y ha leído el manual de instrucciones correspondiente.
- Las operaciones de pilotaje han de estar dirigidas por un especialista.
- Revisar el cableado antes de iniciar los trabajos.

- Evitar el acceso a personas ajenas de la excavación en la zona de los pilotes.
- Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la pilotadora responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, cadenas, etc.
- Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción hay que disponer de un sistema de manos libres.
- Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada.
- Asegurar la máxima visibilidad de la pilotadora mediante la limpieza de retrovisores, parabrisas y espejos.
- Verificar que la cabina esté limpia, sin restos de aceite, grasa o barro y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos.
- El conductor tiene que limpiarse el calzado antes de utilizar la escalera de acceso a la cabina.
- Subir y bajar de la pilotadora únicamente por la escalera prevista por el fabricante.
- Para subir y bajar por la escalera, hay que utilizar las dos manos y hacerlo siempre de cara a la pilotadora.
- Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.
- Verificar la existencia de un extintor en la pilotadora.
- Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.

Riesgos más frecuentes:

- Caída de personas a diferente nivel.
- Golpes contra objetos inmóviles.
- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atrapamientos por vuelco de máquinas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Explosiones.

- Incendios.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes químicos: polvo.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad (al bajar de la máquina).
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes.
- Protectores anti ruidos.

8.5. Equipos

8.5.1. Compresor neumático

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- El compresor deberá poseer la declaración de conformidad o adecuación al Real Decreto 1215/97, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, además de su correspondiente manual de instrucciones y libro de mantenimiento y revisiones.
- Se deberán comprobar los conductos de presión periódicamente.
- Se deberá hacer uso de la protección auditiva en sus proximidades.

8.5.2. Martillo neumático

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- El martillo deberá poseer la declaración de conformidad o adecuación al Real Decreto 1215/97, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, además de su correspondiente manual de instrucciones y libro de mantenimiento y revisiones.
- Se deberán comprobar los conductos de presión periódicamente.
- Se deberá hacer uso de la protección auditiva en sus proximidades.
- El operario que maneje el martillo deberá estar equipado con gafas de protección.

- Se deben utilizar todos los medios posibles para evitar la transmisión de vibraciones a los operarios (guantes antivibración, buen estado del martillo, etc.).

8.5.3. Sierra circular portátil

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- La sierra circular deberá poseer la declaración de conformidad o adecuación al Real Decreto 1215/97, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, además de su correspondiente manual de instrucciones y libro de mantenimiento y revisiones.
- El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan los atrapamientos por los órganos móviles.
- Se controlará el estado de los dientes del disco, así como la estructura de éste.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, para evitar proyecciones e incendios.
- Se evitará la presencia de clavos al cortar.
- Se utilizarán gafas de protección contra impactos, cuando se utilice esta máquina.
- Se utilizarán guantes de protección contra cortes, cuando se utilice esta máquina.

8.5.4. Instalación eléctrica auxiliar

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- Todos los elementos que componen la instalación eléctrica auxiliar de obra deben tener su correspondiente marcado CE, exceptuando las clavijas de conexión.
- Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).
- Los portátiles dispondrán de mando aislante y protector metálico para la lámpara. La tensión de alimentación será de 24 V en todos los casos.
- Los cuadros serán de intemperie, dotados de puerta hermética, tendrán toma de corriente e interruptores diferenciales.
- El calibre o sección del cableado será el especificado en planos y de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar en función de la maquinaria e iluminación prevista.
- Todos los conductores utilizados serán aislados de tensión nominal de 1000 V como mínimo y sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.
- La distribución desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios (o de planta), se efectuará mediante canalizaciones enterradas.

- En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras, este se realizará a una altura mínima de 2 m en los lugares peatonales y de 5 m en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- El tendido de los cables para cruzar viales de obra, como ya se ha indicado anteriormente, se efectuará enterrado. Se señalizará el "paso del cable" mediante una cubrición permanente de tablones que tendrán por objeto el proteger mediante reparto de cargas, y señalar la existencia del "paso eléctrico" a los vehículos. La profundidad de la zanja mínima será entre 40 y 50 cm; el cable ira además protegido en el interior de un tubo rígido, bien de fibrocemento, bien de plástico rígido corrugado.
- Caso de tener que efectuar empalmes entre mangueras se tendrá en cuenta:
- Siempre estarán elevados. Se prohíbe mantenerlos en el suelo.
- Los empalmes provisionales entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad.
- Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizados estancos de seguridad.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua a las plantas.
- La interconexión de los cuadros secundarios en planta baja se efectuará mediante canalizaciones enterradas, o bien mediante mangueras, en cuyo caso serán colgadas a una altura sobre el pavimento en torno a los 2 m, para evitar accidentes por agresión a las mangueras por uso a ras del suelo.
- Las mangueras de "alargadera":
- Si son para cortos periodos de tiempo, podrán llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los parámetros verticales.
- Se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad o fundas aislantes termorrectráctiles, con protección mínima contra chorros de agua (protección recomendable IP 55).
- Las mangueras que canalizarán por lugares en los que estén resguardadas de golpes o cortes. Se atenderá muy especialmente al mantenimiento en perfecto estado del aislamiento y que no interfieran con cables de izado, de andamios colgantes o cables de soporte provisional de piezas.
- El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, y preferentemente en posesión de carnet profesional correspondiente.
- Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará "fuera de servicio" mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rotulo correspondiente en el cuadro de gobierno.

- La maquinaria eléctrica, será revisada por personal especialista en cada tipo de máquina.
- Se prohíben las revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación se desconectará la máquina de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible, en el que se lea: "NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".
- La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables solo la efectuarán los electricistas.
- Se colocará la señal de riesgo eléctrico en los lugares que sea necesario.
- Las tomas de corriente irán provistas de interruptores de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos).
- La instalación poseerá todos los interruptores automáticos definidos en los planos como necesarios: su cálculo se ha efectuado siempre minorando con el fin de que actúen dentro del margen de seguridad; es decir, antes de que el conductor al que protegen llegue a la carga máxima admisible.
- Los interruptores automáticos se hallarán instalados en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución, así como en las de alimentación a las máquinas, aparatos y máquinas-herramienta de funcionamiento eléctrico, tal y como queda reflejado en el esquema unifilar.
- Los circuitos generales estarán igualmente protegidos con interruptores automáticos o magnetotérmicos.
- Todos los circuitos eléctricos se protegerán asimismo mediante disyuntores diferenciales.
- Los disyuntores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
- 300 mA - (según R.E.B.T.) - Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA - (según R.E.B.T.) - Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA - Para las instalaciones eléctricas de alumbrado no portátil.
- La red general de tierra deberá ajustarse a las especificaciones detalladas en la Instrucción MIBT.039 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como todos aquellos aspectos especificados en la Instrucción MIBT.023 mediante los cuales pueda mejorarse la instalación.

- Caso de tener que disponer de un transformador en la obra, será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora en la zona.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- La toma de tierra en una primera fase se efectuará a través de una pica o placa a ubicar junto al cuadro general, desde el que se distribuirá a la totalidad de los receptores de la instalación.
- Cuando la toma general de tierra definitiva del edificio se halle realizada, será esta la que se utilice para la protección de la instalación eléctrica provisional de obra.
- El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos. Únicamente podrá utilizarse conductor o cable de cobre desnudo de 35 mm2 de sección como mínimo en los tramos enterrados horizontalmente y que serán considerados como electrodo artificial de la instalación.
- La red general de tierra será única para la totalidad de la instalación, incluidas las uniones a tierra de los carriles para estancia o desplazamiento de las grúas.
- Caso de que las grúas pudiesen aproximarse a una línea eléctrica de media o alta tensión carente de apantallamiento aislante adecuado, la toma de tierra, tanto de la grúa como de sus carriles, deberá ser eléctricamente independiente de la red general de tierra de la instalación eléctrica provisional de obra.
- Los receptores eléctricos dotados de sistema de protección por doble aislamiento y los alimentados mediante transformador de separación de circuitos, carecerán de conductor de protección, a fin de evitar su referenciación a tierra. El resto de las carcasas de motores o maquinas se conectarán debidamente a la red general de tierra.
- Las tomas de tierra estarán situadas en el terreno de tal forma, que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.
- La conductividad del terreno se aumentará vertiendo en el lugar de hincado de la pica (placa o conductor) agua de forma periódica.
- El punto de conexión de la pica (placa o conductor), estará protegido en el interior de una arqueta practicable.

8.5.5. Escaleras manuales

En el uso de escaleras portátiles se observarán las normas siguientes:

- Si son de madera, los largueros serán de una sola pieza, y los peldaños estarán bien ensamblados y no solamente clavados.

- Las escaleras de madera no deberán pintarse, salvo con barniz transparente.
- Se prohíbe empalmar dos escaleras, salvo que en estructura cuenten con dispositivos expresamente preparados para ello.
- Las escaleras de mano simples no deben salvar más de 5 m, a menos que estén reforzadas en su centro, quedando su uso prohibido para alturas superiores a 7 m. Para alturas mayores de 7 m será obligatorio el empleo de escaleras especiales susceptibles a ser fijadas sólidamente a su cabeza y su base, y para su utilización será preceptivo el cinturón de seguridad y línea de vida.
- Se apoyarán en superficies planas y sólidas, y en su defecto, sobre placas horizontales de suficiente resistencia y fijeza.
- Estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante en su pie y de ganchos de sujeción en la parte superior.
- Para el acceso a lugares elevados sobrepasarán en 1 m los puntos superiores de apoyo.
- El ascenso, descenso y trabajo se harán siempre de frente a las mismas.
- Cuando se apoyen en postes, se emplearán abrazaderas de sujeción.
- No se utilizarán simultáneamente por dos trabajadores.
- Se prohíbe el transporte manual de materiales sobre las escaleras.
- La distancia entre los pies y la vertical del punto superior de apoyo será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta el punto de apoyo.
- Las escaleras de tijera estarán provistas de cables o cadenas que impidan su apertura al ser utilizadas, y de topes en su extremo superior.
- Las escaleras se fijarán en sus extremos cuando se vayan a utilizar durante un tiempo prolongado.

Riesgos más frecuentes:

- Caída a distinto nivel, debidas a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o incorrecto apoyo, vuelco lateral por apoyo irregular.
- Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, escaleras cortas para la altura a salvar, etc).
- Sobreesfuerzos.

Protecciones individuales:

- Mono de trabajo.

- Casco de seguridad.
- Zapatos con suela antideslizante.

8.5.6. Andamios y plataformas de trabajo

Los andamios reunirán las siguientes características:

- Los tablones del piso serán metálicos o de madera seca, sin nudos ni grietas y con el espesor adecuado al vano. Se colocarán juntos, de manera que formen un piso uniforme y estarán adecuadamente sujetos para impedir su vuelco o caída. Se comprobará la resistencia de los tablones antes de ser utilizados.
- Todos los andamios que se utilicen con alturas superiores a 2 m tendrán barandillas resistentes de 0,9 m de altura como mínimo, barandilla intermedia y rodapié.
- El piso del andamio tendrá como mínimo tres tablones de 20 cm de ancho cada uno y 5 cm de grueso.
- El ancho mínimo de las plataformas de trabajo será de 60 cm.
- Sobre los andamios sólo se almacenará el material imprescindible para asegurar la continuidad del trabajo.
- El orden y la limpieza en el andamio serán perfectos.

Riesgos más frecuentes:

- Atropellos.
- Golpes.
- Vibraciones.
- Caída a distinto nivel.
- Caída de materiales.
- Choques con elementos fijos de obra.

Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad para los desplazamientos fuera del vehículo.
- Botas de seguridad con suela antideslizante.
- Guantes de cuero.
- Faja de protección lumbar.

- Ropa de trabajo.

8.5.7. Estrobos, cables y cuerdas

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- Estos elementos tendrán indicada su resistencia máxima, la cual no se sobrepasará en ninguna circunstancia.
- Se emplearán, preferentemente, estrobos construidos en fábrica, de los cuales habrá existencia de reserva en el almacén, de diferentes diámetros y longitudes para poder adaptarse adecuadamente a las exigencias en peso y dimensiones de las cargas a elevar.
- Los estrobos y cables se protegerán con cantoneras cuando hayan de doblarse o rozar con aristas vivas.
- Se desecharán por inútiles cuando el número de hilos rotos alcance el límite superior establecido en las normas, haya rotura de un cordón o del alma, presente fuertes oxidaciones, o tenga vicios u otros defectos que hagan dudar de su resistencia.

8.6. Instalaciones provisionales

El Contratista pondrá una caseta a pie de obra que dispondrá de lo siguiente:

- Vestuario que dispondrá de percheros, sillas y calefacción.
- Servicios higiénicos que dispondrán de lavamanos, ducha con agua caliente y fría, inodoro, espejos y calefacción.
- Comedor que dispondrá de mesa, sillas, calentador de comidas y recipientes para basuras.
- Estas instalaciones estarán en funcionamiento antes de empezar la obra.
- Para la limpieza y conservación de las instalaciones se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.
- La conexión del servicio eléctrico se realizará al iniciar la obra, pero antes que se realice la oportuna conexión del servicio eléctrico de la misma, se conseguirá mediante la puesta en funcionamiento de un grupo electrógeno generador trifásico, accionado por un motor de gasoil.

En función del número máximo de operarios que se pueden encontrar en fase de obra, se determinarán la superficie y los elementos necesarios para las instalaciones de salubridad e higiene. Las proporciones a la hora de determinar el material sanitario serán las siguientes:

- 1 inodoro/25 trabajadores.
- 1 ducha/10 trabajadores.

- 1 lavabo/10 trabajadores.
- 1 espejo/25 trabajadores.

Complementados por los elementos auxiliares necesarios: toalleros, jaboneras, etc., se deberá disponer de agua caliente y fría en las duchas y lavabos.

Los vestuarios estarán provistos de asientos y taquillas individuales con llave para guardar ropa y calzado.

La superficie de los servicios será la correspondiente a unos 2 m2 por trabajador, la altura libre de suelo a techo no deberá ser inferior a 2,30 m, con una superficie para cada uno de los retretes de 1 x 1,20 m.

Existirá como mínimo, un botiquín de primeros auxilios que se revisará mensualmente, siendo repuesto inmediatamente el material consumido. Se tendrá permanentemente una camilla en la obra para el traslado de posibles accidentados.

El comedor tendrá una superficie correspondiente a 1 m2/trabajador, con iluminación artificial y natural suficiente, ventilación adecuada, sillas, mesas, calentador de comida, pileta de agua corriente y recipiente para recoger basuras.

En la oficina de obra se instalará un extintor de polvo seco polivalente de eficacia 21 A.

Córdoba, Julio de 2023

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426

Pliego de condiciones

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

1. Legislación

Seguidamente, se facilita una relación de la normativa vigente básica de seguridad y la de desarrollo de prevención de riesgos laborales, que aplica a los trabajos objeto del proyecto:

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por la que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, De 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- R.D. 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el trabajo en los puntos no derogados (O.M. 09/03/1971)
- Orden de 28 de agosto de 1979 por la que se aprueba la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica en los puntos no derogados.
- R.D. 485/1997 de 14 de abril Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997 de 14 de abril Seguridad y Salud en los locales de trabajo.
- R.D. 487/1997 de 14 de abril Manipulación manual de cargas.
- R.D. 773/1997 de 30 de mayo Utilización de Equipos de Protección Individual.
- R.D. 1215/1997 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 1435/1992 de 27 de noviembre por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/932/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas (complementado por el R.D. 56/1995 y R.D. 1849/2000).
- R.D. 614/2001 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 5/2000 de 4 de agosto por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- R.D. 2001/1983 sobre regulación de jornadas de trabajo especiales y descansos.
- R.D. 374/2001 de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas

- R.D. 1316/1989 de 27 de octubre sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 1504/1990 de 23 de noviembre modifica Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 1244/1979).
- Real Decreto 2486/1994 de 23 de diciembre modifica el R.D. 1495/1991 sobre recipientes a presión simples.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- Real Decreto 159/1995 de 3 de febrero las modificaciones del R.D. 1435/1992 de aproximación de las legislaciones sobre los equipos de protección individual.
- Resolución de 10 de septiembre de 1998 que desarrolla el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
- Resolución de 16 de junio de 1998 por el que se desarrolla el Reglamento de Aparatos a Presión.
- Orden de 29 de abril de 1999, modifica Orden de 6 de mayo de 1988 sobre requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Resolución de 8 de abril de 1999 sobre delegación de Facultades en materia de Seguridad y salud en las obras de construcción. (complementa al R.D. 1627/1997)
- Orden de 27 de julio de 1999 por la que se determinan las condiciones que deben reunir los extintores de incendios instalados en vehículos de transporte de personas o mercancías.
- Real Decreto 1849/2000 de 10 de noviembre por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de Productos Industriales.
- Ley 19/2001 de 19 de diciembre de reforma del texto articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, aprobado por R.D. legislativo 339/1990.
- Real Decreto 222/2001 por el que se dictan las disposiciones de aplicación a la Directiva 1999/36/CE relativa a equipos a presión transportables.
- Real Decreto 379/2001 por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus ITC´s.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Ley 33/2002 de 5 de julio de modificación del art. 28 del texto refundido de la Ley del estatuto de los trabajadores.
- Orden 06-06-2003, de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, por la que se regulan las campañas de prevención de incendios forestales.

2. Consideraciones de los equipos de protección colectiva

- Las diversas protecciones colectivas a utilizar en la obra tendrán una calidad adecuada a las prestaciones exigidas, debiendo garantizar su eficacia mediante certificado del fabricante o bien por cálculos y ensayos justificativos realizados al efecto.

- Las protecciones colectivas se ajustarán a lo dispuesto en las Disposiciones Legales y Reglamentos Vigentes.
- Todos los elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose al término del mismo.
- Si por cualquier circunstancia, sea desgaste, uso o deterioro por acción mecánica, un elemento de protección colectiva sufriera algún deterioro, se repondrá de inmediato, haciendo caso omiso de su periodo de vida útil.
- Los trabajadores serán debidamente instruidos respecto a la correcta utilización de los diferentes elementos de protección colectiva.
- Las protecciones colectivas estarán disponibles en obra para su oportuna utilización en las respectivas zonas donde puedan ser necesitadas.

3. Consideraciones de los equipos de protección individual

Los equipos de protección tanto individual como colectiva que se utilicen, deberán reunir los requisitos establecidos en las disposiciones legales o reglamentarias que les sean de aplicación y en particular relativos a su diseño, fabricación, uso y mantenimiento.

Se especifica como condición expresa que todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra cumplirán las siguientes condiciones generales:

- Tendrán la marca “CE”, según las normas de Equipos de Protección Individual.
- Su utilización se realizará cumpliendo con el contenido del Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo:

Utilización de equipos de protección individual.

- Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto primero de este apartado, tienen autorizado su uso durante su periodo de vigencia.
- Todo equipo de protección individual en uso que este deteriorado o roto, será reemplazado de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.
- Las variaciones de medición de los equipos de protección individual que puedan aparecer en cada plan de seguridad y salud que presenten los diversos contratistas, deberán justificarse técnicamente ante el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Si la justificación no es aceptada, el plan no podrá ser aprobado.
- Se recuerda, que, en aplicación de los Principios de Acción Preventiva de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, no puede ser sustituida una protección colectiva prevista en este Estudio de Seguridad y Salud por el uso de equipos de protección individual.

4. Señalización de obra

Esta señalización cumplirá con lo contenido en el Real Decreto 485/97 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y seguridad en el trabajo, que desarrolla los

preceptos específicos sobre esta materia contenidos en la Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

5. Equipos de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos

De acuerdo con el art. 41 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas obtendrán de los fabricantes y proveedores todas las especificaciones técnicas, normas y material impreso que incluyan las correspondientes características técnicas de toda la maquinaria, equipos, herramientas, dispositivos y equipos de protección personal a utilizar en las obras. La información facilitada por los fabricantes y proveedores deberá incluir:

- Instrucciones sobre los procedimientos para el funcionamiento y uso de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Procedimientos de mantenimiento y conservación de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Los contratistas mantendrán en todo momento en la base de operaciones de su zona de obras copias de los manuales y especificaciones impresas (en adelante, la información técnica) especificadas en el párrafo anterior.
- Todos los empleados de los contratistas recibirán información y formación sobre el contenido de los manuales técnicos pertinentes al trabajo que realizan.
- Cada contratista facilitará a todos sus empleados el equipo de protección seguridad y salud mínimo recogido en las normas que anteceden. Asimismo, deberá mantener copias de dichas normas en la base de operaciones de la obra.
- El Encargado de la obra será el responsable de la recepción de la maquinaria y medios auxiliares, comprobando a su llegada a obra el buen estado de los mismos, con todos sus componentes y de acuerdo con lo solicitado, verificando además que cumple la legislación vigente en materia de seguridad y salud que le afecte.
- Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.
- El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante.
- Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente la introducción en el recinto de la obra, de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.
- Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con la marca “CE”, cada contratista adjudicatario, en el momento de efectuar el estudio para presentación de la oferta de ejecución de la obra, debe tenerlos presentes e intentar incluirlos, porque son por sí mismos, más seguros que los que no la poseen.

6. Formación e información a los trabajadores

Cada contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en un método de trabajo correcto y seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma que los trabajadores que realicen

trabajos en las obras deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Asimismo, todos los trabajadores deberán conocer y estar informados sobre el Plan de Seguridad y Salud específico de la obra, como paso previo a su incorporación al trabajo.

El adjudicatario acreditará que el personal que aporte, posee la formación, la experiencia y el nivel profesional adecuado a los trabajos a realizar. Esta acreditación se indicará especialmente y de forma diferenciada con respecto al resto de los trabajadores, para los trabajadores autorizados y cualificados según criterios del R.D. 614/2001.

Los trabajos que se realicen en tensión y en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios, según criterios del R.D. 614/2001.

7. Acciones a seguir en caso de accidente laboral

Cuando un trabajador de una Empresa contratada conozca la existencia de un accidente, procurará el auxilio inmediato que esté a su alcance y lo comunicará, a la mayor brevedad posible:

- A la asistencia médica más cercana.
- Al jefe de obra del contratista y/o a la Dirección Facultativa.

El jefe de obra tomará las medidas a su alcance para evitar daños mayores a las personas e instalaciones. Los accidentes serán notificados a la autoridad laboral en los plazos y términos requeridos por las normas oficiales.

Cada contratista adjudicatario, en cumplimiento del Anexo IV, punto 14, del R.D. 1.627/1.997, tendrá en cuenta los siguientes principios sobre primeros auxilios:

- El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
- En caso de caídas a distinto nivel y de accidentes de carácter eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves y en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.
- En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia. Se evitarán en lo posible, según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.
- Cada contratista adjudicatario comunicará, a través del Plan de seguridad y Salud que elabore, el nombre y dirección del centro asistencial más próximo previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados.

- Cada contratista adjudicatario instalará carteles informativos en la obra que suministren a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, mutua de accidentes concertada, etc.

8. Comunicaciones inmediatas en caso de accidente

En caso que se produzca un accidente en la obra, el responsable del contratista al que pertenezca el trabajador accidentado (contrata y/o subcontrata) está obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen en el cuadro siguiente:

Accidentes de tipo leve

Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a la Dirección Facultativa).

A la Mutua de Accidentes de Trabajo.

Accidentes de tipo grave, mortales o que afecten a más de 4 trabajadores

Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a las Dirección Facultativa).

A la Autoridad laboral en el plazo de 24 horas. Esta comunicación se realizará con especificación de los siguientes datos: razón social, domicilio y teléfono de empresa, nombre del trabajador accidentado, dirección del lugar del accidente y breve descripción del mismo.

9. Seguridad de la obra

Presencia de recursos preventivos en obra

Se aplicará por parte de cada contratista lo establecido en el artículo séptimo “Coordinación de actividades empresariales en las obras de construcción” de la Ley 54/2003 de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. Según dicho artículo se establece que:

- Lo dispuesto en el art. 32 bis de la Ley de Prevención de Riesgos laborales es aplicable a las obras de construcción del presente proyecto, ya que para dichas obras aplica el R.D. 1627/1997. Por tanto, la preceptiva presencia de recursos preventivos se aplicará a cada contratista.
- La presencia de los recursos preventivos de cada contratista será necesaria cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales según se definen en el R.D. 1627/1997.
- La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de lo incluido en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud del contratista y comprobar la eficacia de las medidas incluidas en este.

- Se consideran recursos preventivos, a los que el contratista podrá asignar la presencia, los siguientes:
    - Uno o varios trabajadores designados de la empresa
    - Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa
    - Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa

- El contratista podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos a realizar por la empresa en el emplazamiento y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico. En este supuesto, tales trabajadores deberán mantener la necesaria colaboración con los recursos preventivos del contratista.
- Los recursos preventivos deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia (periodo de ejecución de los trabajos considerados como riesgo especial).

10. Plan de Seguridad y Salud

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista que intervenga en la obra elaborará su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual analizará y desarrollará las previsiones contenidas en el mismo en función de su propio sistema de ejecución de la obra. El contratista incluirá en su Plan de Seguridad las propuestas y medidas alternativas de prevención que considere oportunas, indicando la correspondiente justificación técnica, si bien, no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de Seguridad y Salud. El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado, previamente al inicio de los trabajos, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución. Podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra, evolución de los trabajos o bien de las posibles incidencias que pudieran surgir durante el desarrollo de los trabajos.

La modificación realizada deberá ser aprobada por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución. Constituirá el elemento básico para identificar y evaluar los riesgos, de manera que permita planificar una acción preventiva. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales, representantes de los trabajadores, etc., podrán presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

11. Obligaciones de cada contratista adjudicatario en materia de Seguridad y Salud

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.
- Elaborar en el menor plazo posible y siempre antes de comenzar la obra, un Estudio Básico de seguridad cumpliendo con el R. D. 1.627/1.997 de 24 de octubre, que respetara el nivel de prevención definido en todos los documentos de este Estudio de Seguridad y Salud.
- Presentar el plan de seguridad para su aprobación por parte del Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, antes del comienzo de la misma, incluyendo todas las modificaciones y/u observaciones que este pueda sugerirle.
- Formar e informar sobre el contenido del plan de seguridad y salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra y hacerles cumplir con las medidas de prevención en él expresadas. Por parte de las subcontratas, se firmará un documento de adhesión al Plan de Seguridad de la contrata principal.
- Proporcionará a sus trabajadores equipos de protección individual adecuado para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios.
- Cumplir fielmente con lo expresado en el pliego de condiciones particulares del plan de seguridad y salud aprobado, en el apartado: “acciones a seguir en caso de accidente laboral”.
- Informar de inmediato de los accidentes leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud y/o Dirección Facultativa durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado “acciones a seguir en caso de accidente laboral”.
- Colaborar con el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y con la Dirección Facultativa, en la solución técnico preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante el transcurso de la obra.
- Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

12. Coordinador de Seguridad y Salud

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará a un Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que podrá recaer en la misma persona que redacte el Proyecto.

El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad:

- Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultáneamente o sucesivamente.
- Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.

13. Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El libro de incidencias será facilitado por:

a) El Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

b) La Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones públicas.

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines que al libro se le reconocen en el apartado 1.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia

a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de este.

14. Seguridad de responsabilidad civil y patronal

La empresa contratista se responsabilizará de cumplir y hacer cumplir cuantas disposiciones legales relativas a seguridad y salud, medio ambiente y otras en general, les sean de aplicación en el desarrollo de las actividades contratadas.

El contratista concertará a sus expensas, y por la cantidad necesaria (mínimo 600.000 €), el seguro de Responsabilidad Civil que cubra los posibles daños a la promotora, su personal e instalaciones, y a terceros, derivados de la realización de las obras contratadas, así como la responsabilidad legalmente exigible por los daños ocasionados por el error o negligencia en la gestión de la seguridad.

Igualmente, habrá que concertar el de Responsabilidad Civil Patronal (mínimo 150.000 € por victima) que cubra a su propio personal y al de sus subcontratistas, comprometiéndose a ampliar el alcance de los mismos si en opinión de la promotora se hiciera preciso.

Los vehículos de propulsión mecánica autorizados a circular por vías públicas, estarán obligatoriamente asegurados, como mínimo, con la garantía de Responsabilidad Civil ilimitada durante su permanencia en el recinto de la obra.

En caso de tratarse de camiones deberá contratarse una póliza que cubra la Responsabilidad Civil de la carga o en su defecto, deberá presentarse copia de la Póliza de responsabilidad civil general de la empresa propietaria del camión, en la que se garantice dicha cobertura.

15. Subcontratación

Sin previa autorización escrita de la empresa promotora el contratista no podrá ceder o traspasar a terceros obligaciones o derechos nacidos del pedido o contrato. Para la cesión, la empresa promotora dará su conformidad a la selección del subcontratista.

El contratista será responsable único ante la promotora de la realización de la obra en su totalidad, independientemente de las responsabilidades que él pueda exigir a sus suministradores o subcontratistas. Un plano de seguridad es la representación gráfica de la prevención descrita en la memoria de seguridad y salud y en coordinación con el pliego de condiciones particulares. Son unos planos genéricos, que cumplen tan solo con la idea de dar pistas al contratista sobre como representar coherentemente la prevención. No permiten la medición ni el presupuesto exacto como consecuencia de su indefinición.

Córdoba, Julio de 2023

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

Presupuesto

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

Cantidad	Unidad	Concepto	Precio unitario (€)	Total (€)
Protecciones Individuales				
Protecciones para la Cabeza				
30,00	Ud	Casco de seguridad homologado.	3,05 €	91,50 €
10,00	Ud	Pantalla de seguridad para soldadura, homologada	19,83 €	198,30 €
10,00	Ud	Pantalla contra partículas, homologada.	8,41 €	84,10 €
15,00	Ud	Gafas contra impactos, homologadas.	18,03 €	270,45 €
15,00	Ud	Gafas antipolvo, homologadas	4,21 €	63,15 €
30,00	Ud	Mascarillas antipolvo, homologadas.	2,54 €	76,20 €
30,00	Ud	Filtro recambio mascarilla, homologado	1,21 €	36,30 €
30,00	Ud	Protectores auditivos, homologados.	12,28 €	368,40 €
Protecciones para el Cuerpo				
30,00	Ud	Mono de trabajo, homologado.	21,52 €	645,60 €
30,00	Ud	Impermeable de trabajo, homologado.	18,95 €	568,50 €
10,00	Ud	Mandil de cuero para soldador, homologado.	18,02 €	180,20 €
15,00	Ud	Cinturón de seguridad clase A (sujeción), homologado.	31,56 €	473,40 €
15,00	Ud	Cinturón portaherramientas, homologado.	31,56 €	473,40 €
Protecciones para las Manos				
30,00	Ud	Pares de Guantes de goma.	1,31 €	39,30 €
30,00	Ud	Pares de Guantes de uso general.	2,79 €	83,70 €
15,00	Ud	Pares de guantes para soldador, homologados.	5,61 €	84,15 €
15,00	Ud	Pares de guantes aislantes para electricista, homologados.	45,85 €	687,75 €
Protecciones para los Pies				
30,00	Ud	Pares de botas de agua, homologadas.	19,42 €	582,60 €
30,00	Ud	Pares de botas de seguridad con puntera y plantillas metálicas homologadas.	35,75 €	1.072,50 €
15,00	Ud	Pares de botas aislantes para electricista, homologadas.	42,12 €	631,80 €
15,00	Ud	Par de polainas para soldador, homologadas.	11,26 €	168,90 €
Protecciones Anticaídas				
15,00	Ud	Arnés amarre dorsal y torsal	54,62 €	819,30 €
15,00	Ud	Arnés amarre dorsal/torsal con doble regulación	62,33 €	934,95 €
15,00	Ud	Cinturón de sujeción y retención	19,56 €	293,40 €
15,00	Ud	Distanciador de sujeción con regulador 2m. 16 mm	23,10 €	346,50 €
15,00	Ud	Eslinga amarre de 12 mm. 1 m. anillo más mosquetón	23,56 €	353,40 €

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

15,00	Ud	Eslinga amarre de 12 mm. 2 m. anillo más mosquetón	25,00 €	375,00 €
Total Protecciones Individuales				**10.002,75 €**
Protecciones Colectivas				
Señalizaciones				
15,00	Ud	Señal de STOP tipo octogonal de D=600 mm normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incl. parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.	76,23 €	1.143,45 €
15,00	Ud	Cartel indicativo de riesgo de 0,3x0,3 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.	73,00 €	1.095,00 €
Balizamiento				
2.500,00	Ud	Valla de obra de 800x200mm de una banda con trípode, terminación en pintura normal, dos colores rojo y blanco, colocación y desmontado.	6,81 €	17.025,00 €
10.000,00	ml	Cinta corrida de balizamiento plástica pintada, dos colores roja y blanca, i. colocación y desmontado.	0,20 €	2.000,00 €
Total Protecciones Colectivas				**21.263,45 €**
Protección Contra Incendios				
10,00	Ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 21A/113B, de 6 kg.	33,21 €	332,10 €
10,00	Ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/144B, de 9 kg.	45,35 €	453,50 €
10,00	Ud	Placa de señalización interior para indicación de medidas de salvamento y vías de evacuación.	8,74 €	87,40 €
15,00	Ud	Luminaria de emergencia con difusor de policarbonato y cuerpo de ABS, con lámparas de bajo consumo y alto rendimiento luminoso.	61,10 €	916,50 €
15,00	Ud	Bloque autónomo de luminaria de emergencia, incluyendo baterías, lámparas, reactancias, y demás equipos necesarios.	50,96 €	764,40 €
Total Protección Contra Incendios				**2.553,90 €**
Formación y Seguridad				
Formación				
100,00	h	Servicio de prevención de seguridad y salud.	13,65 €	1.365,00 €
150,00	h	Formación en seguridad y salud en el trabajo.	13,65 €	2.047,50 €
24,00	Ud	Reunión mensual del comité de seguridad y salud en el trabajo, considerando una reunión al mes de dos horas y formada por un técnico cualificado en materia de seguridad y salud, dos trabajadores con categoría de especialista u oficial 2ª y un vigilante con categoría de oficial 1ª.	65,01 €	1.560,24 €
Medidas Preventivas de Seguridad y Equipamiento Sanitario				
25,00	Ud	Reconocimiento médico obligatorio.	63,36 €	1.584,00 €
10,00	Ud	Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y serigrafía de cruz. Color blanco con contenidos mínimos obligatorios. Colocado	102,12 €	1.021,20 €
6,00	Ud	Reposición del material sanitario del botiquín de urgencia	63,23 €	379,38 €
3,00	Ud	Jabonera de uso industrial con dosificador de jabón, colocada.	36,50 €	109,50 €

1,00	Ud	Camilla portátil de evacuaciones, colocada.	120,00 €	120,00 €
Total Formación y Seguridad				**8.186,82 €**

Total Presupuesto General de Seguridad y Salud	**42.006,92 €**
Gastos generales (13%)	**5.460,90 €**
Beneficio Industrial (6%)	**2.848,07 €**
IVA (21%)	**10.566,34 €**
TOTAL	**60.882,23 €**

Córdoba, Julio de 2023

El Ingeniero Técnico Superior

Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial

Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426

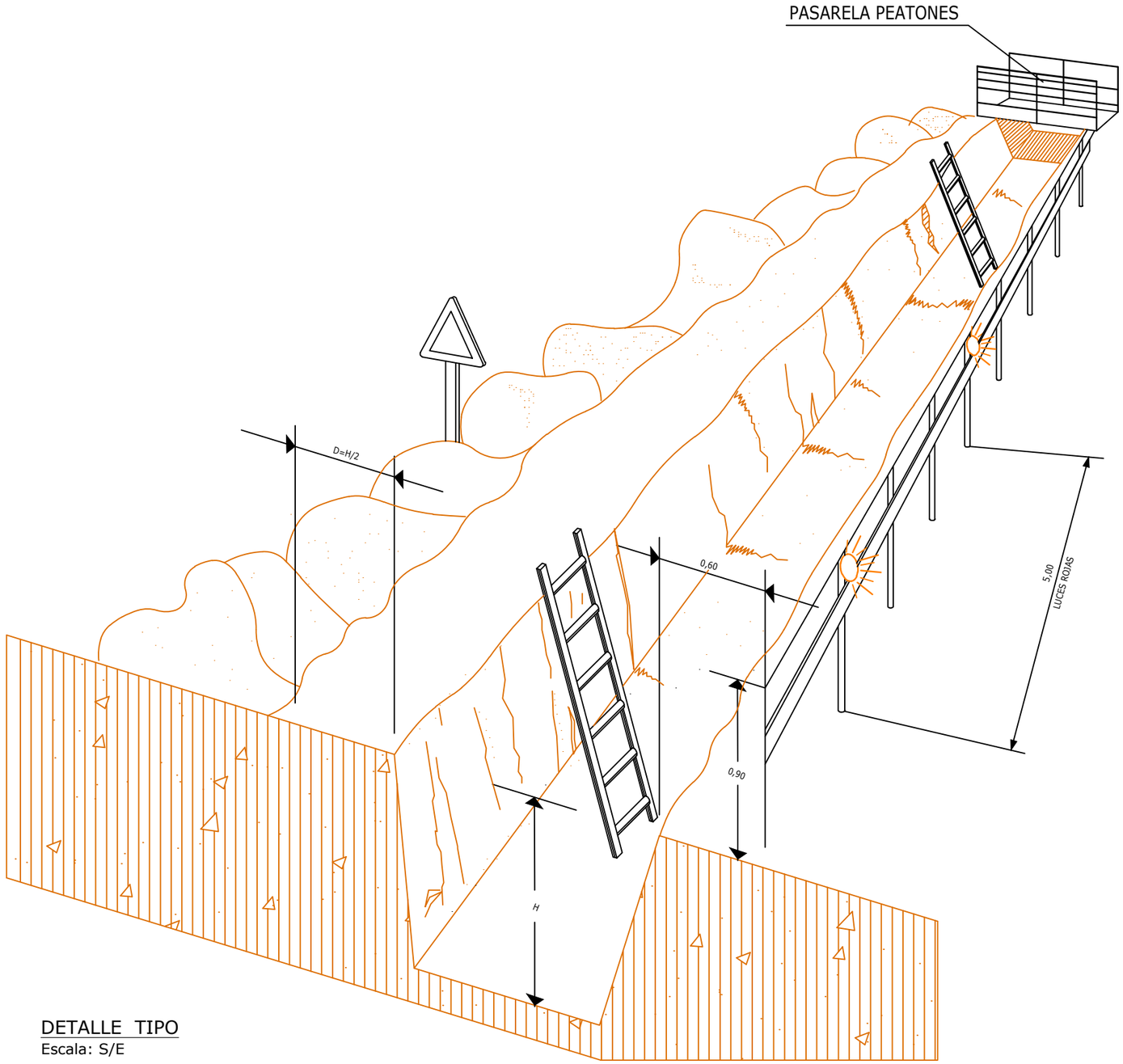
INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

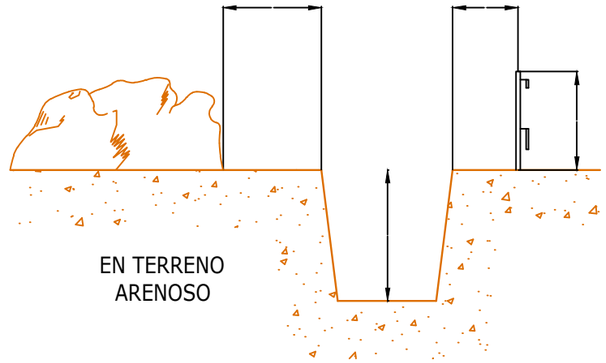
Planos

Índice de Planos:

- Plano nº 1: Protección en Zanjas
- Plano nº 2: Elementos Auxiliares y Maquinarias
- Plano nº 3: Código de Señales de Maniobras
- Plano nº 4: Señales de Advertencia de Peligro
- Plano nº 5: Señales de Obligación / EPIs
- Plano nº 6: Señales de Prohibición
- Plano nº 7: Señales de Información de Seguridad



DETALLE TIPO
Escala: S/E



SECCIÓN TIPO
Escala: S/E

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE "PE-IFV LOS MORALES", LMT DE INTERCONEXIÓN PE Y SUBESTACIÓN ELEVADORA 66/30 KV EN LOS TT.MM. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA, JEREZ DE LA FRONTERA Y SANLÚCAR DE BARRAMEDA (CÁDIZ)

PLANO:	PLANO DE:	ESCALA:	
1	Protección de zanjas	S/E	
Hoja 1 de 1	ingnova PROYECTOS / bogaris	PROMOTOR: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.	Julio 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA
(Pala mixta)

NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.

- No se admitirán en esta obra máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

- Se prohibirá que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.

- Se prohibirá que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.

- La cuchara durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad.

- Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.

- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.

- Se prohibirá transportar personas en el interior de la cuchara.

- Se prohibirá izar personas para acceder a trabajos puntuales utilizando la cuchara.

- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al ida.

- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.

- Se prohibirá arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.

- Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.

- Se acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador, el entorno de la máquina. Se prohíbe en la zona la realización de trabajos o la permanencia de personas.

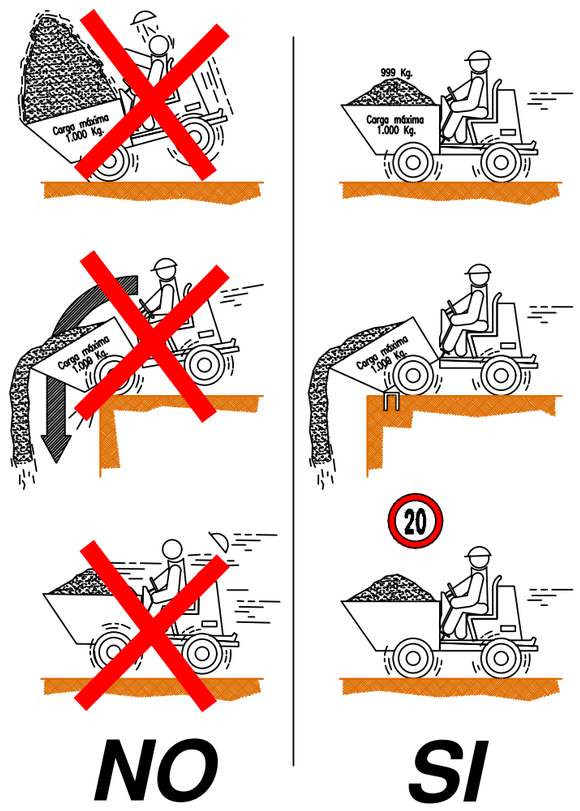
- Se prohibirá en esta obra utilizar la retroexcavadora como una grúa, para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas.

- Se prohibirá realizar trabajos en el interior de las trincheras o zanjas, en la zona de alcance del brazo de la retro.

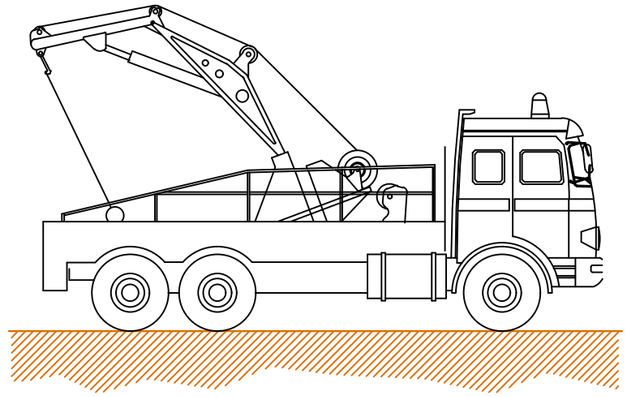
- A los maquinistas de estas máquinas se les comunicará por escrito la siguiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos.



ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA



ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA
(Camión grúa de carga-descarga)



NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Las maniobras en la grúa serán dirigidas por un especialista.

- Los ganchos de la grúa tendrán cerradura de seguridad.

- Se prohibirá sobrepasar la carga máxima admisible.

- El gruista tendrá en todo momento la carga suspendida a la vista. Si eso no es posible las maniobras serán dirigidas por un especialista.

- Las rampas de circulación no superarán en ningún caso una inclinación superior al 20%

- Se prohibirá estacionar el camión a menos de 2 metros del borde superior de los taludes.

- Se prohibirá arrastrar cargas con el camión.

- Se prohibirá la permanencia de personas a distancias inferiores a los 5 metros del camión.

- Se prohibirá la permanencia de operarios bajo las cargas en suspensión.

- El conductor tendrá el certificado de capacitación correspondiente.

- Se extremarán las precauciones durante las maniobras de suspensión de objetos estructurales para su colocación en obra, ya que habrán operarios trabajando en el lugar, y un pequeño movimiento inesperado puede provocar graves accidentes. .

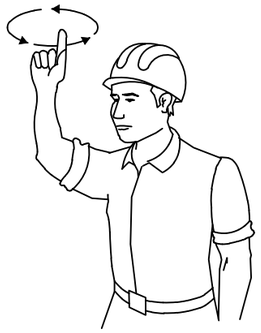
- No se trabajará en ningún caso con vientos superiores a los 50 Km./h.

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE "PE-IFV LOS MORALES", LMT DE INTERCONEXIÓN PE Y SUBESTACIÓN ELEVADORA 66/30 KV EN LOS TT.MM. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA, JEREZ DE LA FRONTERA Y SANLÚCAR DE BARRAMEDA (CÁDIZ)

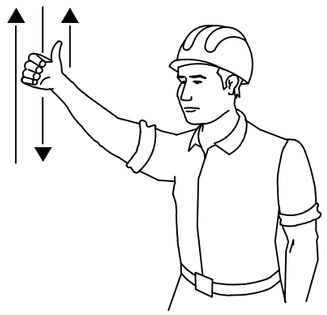
PLANO:	PLANO DE:	ESCALA:	
2 Hoja 1 de 1	Elementos auxiliares y maquinaria	S/E	
ingnova PROYECTOS / bogaris	PROMOTOR: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.	Julio 2023	INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO / INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

CÓDIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

1 LEVANTAR LA CARGA



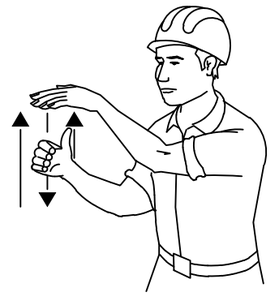
2 LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA



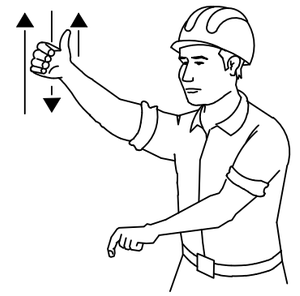
3 LEVANTAR LA CARGA LENTAMENTE



4 LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA LENTAMENTE



5 LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA Y BAJAR LA CARGA



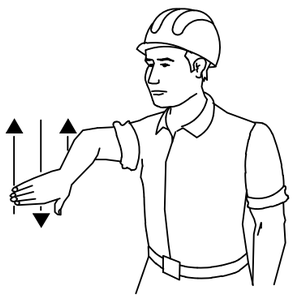
6 BAJAR LA CARGA



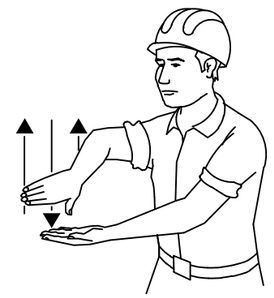
7 BAJAR LA CARGA LENTAMENTE



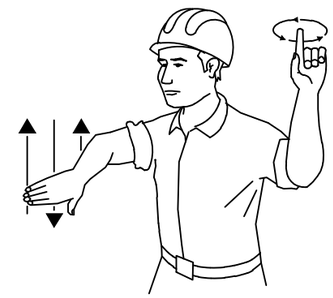
8 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA



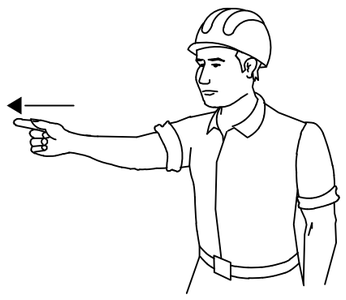
9 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA LENTAMENTE



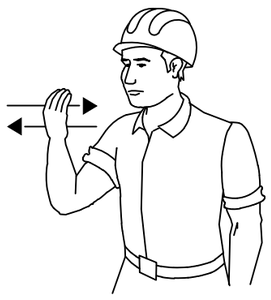
10 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA Y LEVANTAR LA CARGA



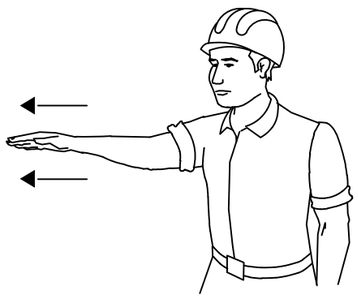
11 GIRAR EL AGUILÓN EN LA DIRECCIÓN INDICADA POR EL DEDO



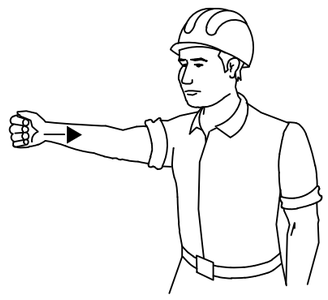
12 AVANZAR EN LA DIRECCIÓN INDICADA POR EL SEÑALISTA



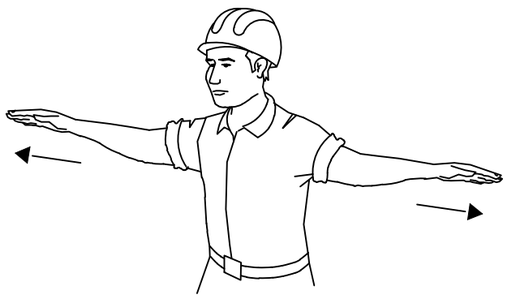
13 SACAR PLUMA



14 METER PLUMA



15 PARAR



PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE "PE-IFV LOS MORALES", LMT DE INTERCONEXIÓN PE Y SUBESTACIÓN ELEVADORA 66/30 KV EN LOS TT.MM. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA, JEREZ DE LA FRONTERA Y SANLÚCAR DE BARRAMEDA (CÁDIZ)

PLANO: 3 Hoja 1 de 1

PLANO DE: Códigos de señales de maniobras

ESCALA: 1/2.500

ingnova PROYECTOS

bogaris

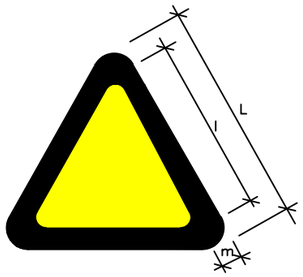
PROMOTOR: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.

Julio 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO



COLOR DE FONDO: AMARILLO (*)
BORDE: NEGRO (*) (EN FORMA DE TRIÁNGULO)
SÍMBOLO O TEXTO: NEGRO (*)

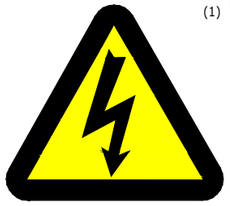
(*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

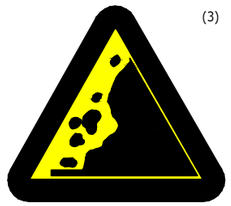
DIMENSIONES (mm.)		
L	l	m
594	492	30
420	348	21
297	246	15
210	174	11
148	121	8
105	87	5

NOTAS:

(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRÁFICO

(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

SEÑAL	(1) 	(1) 	(1) 	(1) 	(1) 	(1) 
Nº	B-3-1	B-3-2	B-3-3	B-3-4	B-3-5	B-3-6
REFERENCIA	PRECAUCION	PRECAUCION PELIGRO DE INCENDIO	PRECAUCION PELIGRO DE EXPLOSION	PRECAUCION PELIGRO DE CORROSION	PRECAUCION PELIGRO DE INTOXICACION	PRECAUCION PELIGRO DE SACUDIDA ELECTRICA
CONTENIDO GRAFICO	SIGNO DE ADMIRACION	LLAMA	BOMBA EXPLOSIVA	LIQUIDO QUE CAE GOTA A GOTA SOBRE UNA BARRA Y SOBRE UNA MANO	CALAVERA Y TIBIAS CRUZADAS	FLECHA QUEBRADA (SIMBOLO N 5036 DE LA PUBLICACION 417B DE LA CEI)(=UNE 20-557/1)

SEÑAL	(3) 	(3) 	(3) 	(3) 	(3) 	
Nº	B-3-7	B-3-8	B-3-9	B-3-10	B-3-11	
REFERENCIA	PELIGRO POR DESPRENDIMIENTO	PELIGRO POR MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO	PELIGRO POR CAIDAS AL MISMO NIVEL	PELIGRO POR CAIDAS A DISTINTO NIVEL	PELIGRO POR CAIDA DE OBJETOS	PELIGRO POR CARGAS SUSPENDIDAS
CONTENIDO GRAFICO	DESPRENDIMIENTO EN TALUD	MAQUINA EXCAVADORA	CAIDA AL MISMO NIVEL	CAIDA A DISTINTO NIVEL	OBJETOS CAYENDO	CARGA SUSPENDIDA

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE "PE-IFV LOS MORALES", LMT DE INTERCONEXIÓN PE Y SUBESTACIÓN ELEVADORA 66/30 KV EN LOS TT.MM. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA, JEREZ DE LA FRONTERA Y SANLÚCAR DE BARRAMEDA (CÁDIZ)

PLANO: 4 Hoja 1 de 1

PLANO DE: Señales de advertencia de peligro

ESCALA: S/E

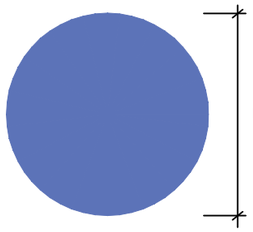
PROMOTOR: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.

Julio 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE OBLIGACIÓN



COLOR DE FONDO: AZUL (*)
SÍMBOLO O TEXTO: BLANCO (*)

(*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

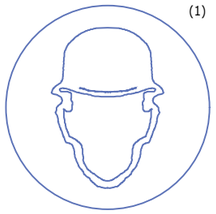
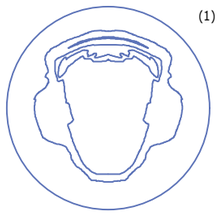
DIMENSIONES (mm.)
D
594
420
297
210
148
105

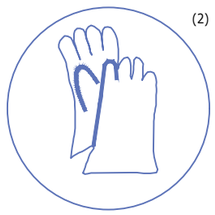
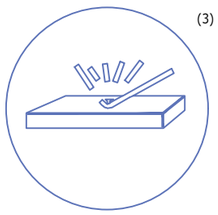
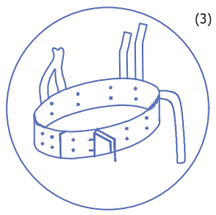
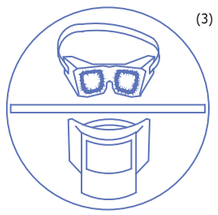
NOTAS:

(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRÁFICO

(2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRÁFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE

(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

SEÑAL	(1) 	(1) 	(2) 	(1) 	(1) 
N º	B-2-1	B-2-2	B-2-3	B-2-4	B-2-5
REFERENCIA	OBLIGACION EN GENERAL	PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA	PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS	PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA	PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO
CONTENIDO GRAFICO	SIGNO DE ADMIRACION	CABEZA PROVISTA DE GAFAS PROTECTORAS	CABEZA PROVISTA DE UN APARATO RESPIRATORIO	CABEZA PROVISTA DE CASCO	CABEZA PROVISTA DE CASCOS AURICULARES

SEÑAL	(2) 	(2) 	(3) 	(3) 	(3) 
N º	B-2-6	B-2-7	B-2-8	B-2-9	B-2-10
REFERENCIA	PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS	PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES	ELIMINACION OBLIGATORIA DE PUNTAS	USO OBLIGATORIO CINTURON DE SEGURIDAD	USO DE GAFAS O PANTALLAS
CONTENIDO GRAFICO	GUANTES DE PROTECCION	CALZADO DE SEGURIDAD	TABLON DEL QUE SE EXTRAE UNA PUNTA	CINTURON DE SEGURIDAD	GAFAS Y PANTALLA



SILBAR OBREROS
LETRA S LEYENDA INDICADORA OBREROS EN VÍA

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE "PE-IFV LOS MORALES", LMT DE INTERCONEXIÓN PE Y SUBESTACIÓN ELEVADORA 66/30 KV EN LOS TT.MM. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA, JEREZ DE LA FRONTERA Y SANLÚCAR DE BARRAMEDA (CÁDIZ)

PLANO: 5 Hoja 1 de 1

PLANO DE: Señales de obligación

ESCALA: S/E

PROMOTOR: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.

Julio 2023

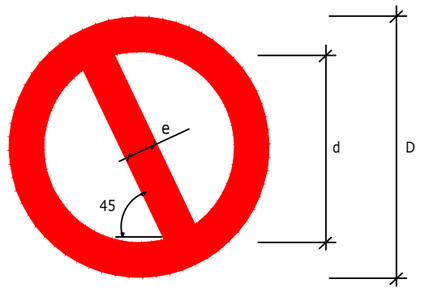
ingnova PROYECTOS

bogaris

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE PROHIBICIÓN.



DIMENSIONES (mm.)		
D	d	e
594	420	44
420	297	31
297	210	17
210	148	16
148	105	11
105	74	8

COLOR DE FONDO: BLANCO (*)
BORDE Y BANDA TRANSVERSAL: ROJO (*)
SÍMBOLO O TEXTO: NEGRO (*)

(*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115
Y UNE 48-103

SEÑAL	(1) 	(1) 	(2) 	(1) 	(3) 	(3) 
Nº	B-1-1	B-1-2	B-1-3	B-1-4	B-1-5	B-1-6
REFERENCIA	PROHIBIDO FUMAR	PROHIBIDO HACER FUEGO Y LLAMAS NO PROTEGIDAS; PROHIBIDO FUMAR	PROHIBIDO EL PASO A PEATONES	PROHIBIDO APAGAR FUEGO CON AGUA	PROHIBIDO EL PASO	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA
CONTENIDO GRAFICO	CIGARRILLO ENCENDIDO	CERILLA ENCENDIDA	PERSONA CAMINANDO	AGUA VERTIDA SOBRE FUEGO	PROHIBIDO EL PASO	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA

NOTAS:

(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRÁFICO
(2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRÁFICO
POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

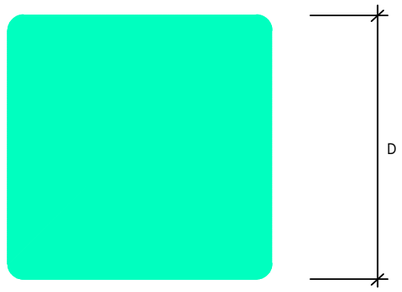
PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE "PE-IFV LOS MORALES", LMT DE INTERCONEXIÓN PE Y SUBESTACIÓN ELEVADORA 66/30 KV EN LOS TT.MM. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA, JEREZ DE LA FRONTERA Y SANLÚCAR DE BARRAMEDA (CÁDIZ)

PLANO: 6 Hoja 1 de 1
PLANO DE: Señales de prohibición
ESCALA: S/E
PROMOTOR: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.
Julio 2023

ingnova PROYECTOS
bogaris

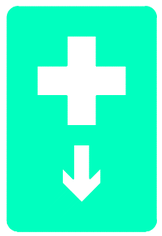
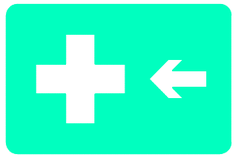
INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO
INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

SEÑALES DE INFORMACIÓN RELATIVAS A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD.



COLOR DE FONDO: VERDE (*)
SÍMBOLO O TEXTO: BLANCO (*)

(*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115
Y UNE 48-103

SEÑAL	(1) 	(1) 	(3) 	(3) 
Nº	B-4-1	B-4-2	B-4-3	B-4-4
REFERENCIA	PRIMEROS AUXILIOS	INDICACION GENERAL DE DIRECCION HACIA...	LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS	DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS
CONTENIDO GRAFICO	CRUZ GRIEGA	FLECHA DE DIRECCION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE LOCALIZACION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE DIRECCION

NOTAS:

(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRÁFICO
(2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRÁFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE "PE-IFV LOS MORALES", LMT DE INTERCONEXIÓN PE Y SUBESTACIÓN ELEVADORA 66/30 KV EN LOS TT.MM. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA, JEREZ DE LA FRONTERA Y SANLÚCAR DE BARRAMEDA (CÁDIZ)

PLANO: 7 Hoja 1 de 1

PLANO DE: Señales de información

ESCALA: S/E

PROMOTOR: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.

Julio 2023

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO

INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

Anejo 10: Fichas técnicas

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales", LMT de interconexión PE y subestación elevadora 66/30 kV en los TT.MM. de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 18,49 MW
Potencia instalada eólica: 31,50 MW
Capacidad de acceso: 31,50 MW

Promotor**: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Julio 2023

ÍNDICE

1. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 3

2. INSTALACIÓN EÓLICA 4

3. SUBESTACIÓN ELEVADORA 66/30 KV 5

4. LÍNEA AÉREO – SUBTERRÁNEA 30 KV 6

1. Instalación fotovoltaica

www.jinkosolar.com

Building Your Trust in Solar

Tiger Neo N-type 72HL4-BDV

560-580 Watt

BIFACIAL MODULE WITH DUAL GLASS

N-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018
Occupational health and safety management systems



Key Features

SMBB Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.

Hot 2.0 Technology

The N-type module with Hot 2.0 technology has better reliability and lower LID/LETID.

PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee via optimized mass-production process and materials control.

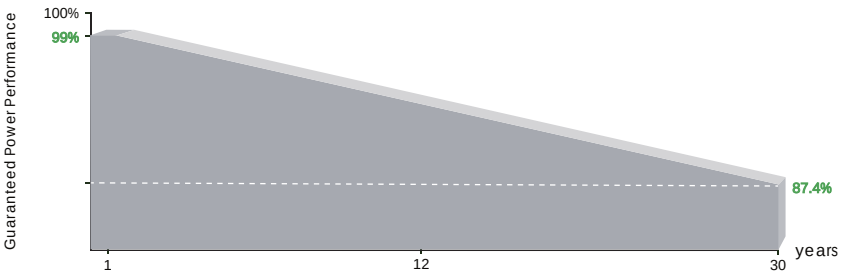
Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).

Higher Power Output

Module power increases 5-25% generally, bringing significantly lower LCOE and higher IRR.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

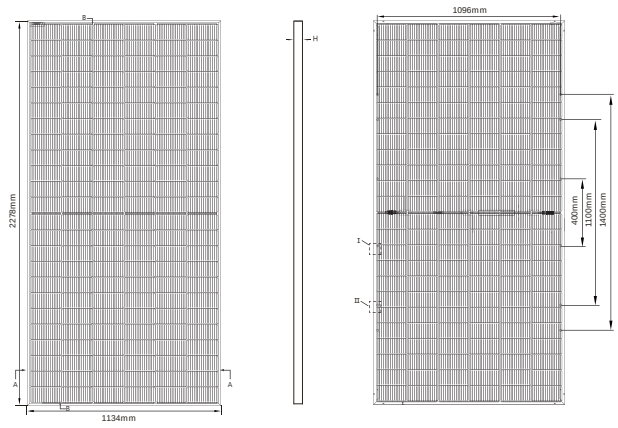


12 Year Product Warranty

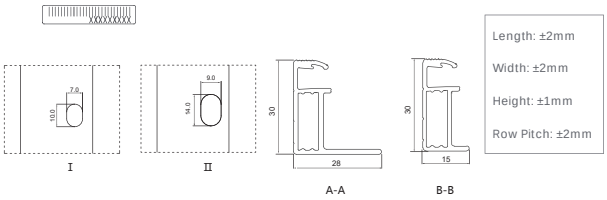
30 Year Linear Power Warranty

0.40% Annual Degradation Over 30 years

Engineering Drawings



Front Side Back

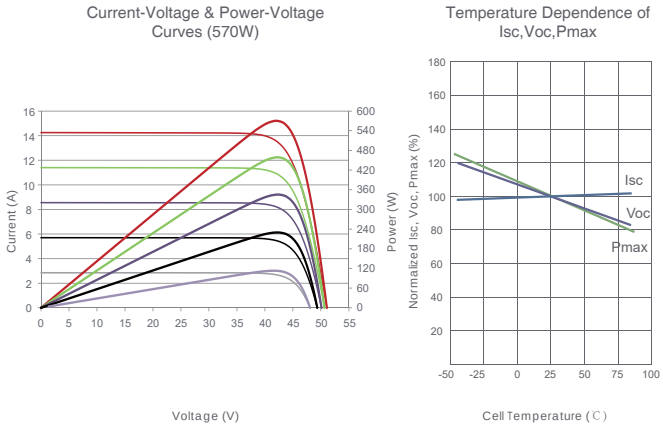


Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

36pcs/pallets, 72pcs/stack, 720pcs/ 40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	144 (2×72)
Dimensions	2278×1134×30mm (89.69×44.65×1.18 inch)
Weight	32 kg (70.55 lbs)
Front Glass	2.0mm, Anti-Reflection Coating
Back Glass	2.0mm, Heat Strengthened Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm² (+): 400mm , (-): 200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM560N-72HL4-BDV		JKM565N-72HL4-BDV		JKM570N-72HL4-BDV		JKM575N-72HL4-BDV		JKM580N-72HL4-BDV	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	560Wp	421Wp	565Wp	425Wp	570Wp	429Wp	575Wp	432Wp	580Wp	436Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.95V	39.39V	42.14V	39.52V	42.29V	39.65V	42.44V	39.78V	42.59V	39.87V
Maximum Power Current (Imp)	13.35A	10.69A	13.41A	10.75A	13.48A	10.81A	13.55A	10.87A	13.62A	10.94A
Open-circuit Voltage (Voc)	50.67V	48.13V	50.87V	48.32V	51.07V	48.51V	51.27V	48.70V	51.47V	48.89V
Short-circuit Current (Isc)	14.13A	11.41A	14.19A	11.46A	14.25A	11.50A	14.31A	11.55A	14.37A	11.60A
Module Efficiency STC (%)	21.68%		21.87%		22.07%		22.26%		22.45%	
Operating Temperature(℃)	-40℃~+85℃									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.30%/℃									
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/℃									
Temperature coefficients of Isc	0.046%/℃									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2℃									
Refer. Bifacial Factor	80±5%									

BIFACIAL OUTPUT-REARSIDE POWER GAIN

5%	Maximum Power (Pmax)	588Wp	593Wp	599Wp	604Wp	609Wp
	Module Efficiency STC (%)	22.76%	22.97%	23.17%	23.37%	23.57%
15%	Maximum Power (Pmax)	644Wp	650Wp	656Wp	661Wp	667Wp
	Module Efficiency STC (%)	24.93%	25.15%	25.37%	25.60%	25.82%
25%	Maximum Power (Pmax)	700Wp	706Wp	713Wp	719Wp	725Wp
	Module Efficiency STC (%)	27.10%	27.34%	27.58%	27.82%	28.07%

*STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s

©2022 Jinko Solar Co., Ltd. All rights reserved.
Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

MONOLINE 2V

BIFACIAL
OPTIMIZED

IN-HOUSE
MANUFACTURING
* providing local content if required

WIND
TUNNEL TEST
Specially prepared for areas with extreme wind

ADAPTED TO
XXL MODULES

MADE WITH
Magnelis®
*Optional

PV CLEANER
TESTED
Certified by module manufacturer



PVH

cpp UL 3703

MONOLINE 2V

GENERAL SPECIFICATIONS

Tracker	Independent-row horizontal single-axis
Maximum length	34 m.
Maximum width	4.4 m.
Module configuration	2 modules in portrait
Rotational range	E-W: +/-60
Motor per MWp (500 Wp modules)	29
Ground cover ratio	30-50%
Modules supported	All major types of PV modules
Slope tolerance	N-S: up to 14% E-W: unlimited
Module attachment	By bolts and nuts, rivet or clamps for frameless modules
Allowable wind load	Tailored to site specific conditions
Wind alarm	Controlled by ultrasonic anemometer
Prepared for XXL modules	

COMMUNICATIONS & CONTROL

Solar tracking method	Astronomical algorithm
Controller electronics	Central control units connected to Scada plant Wireless communication: Redundancy of wireless gateways to guarantee communication Self-powered
SCADA interface	Modbus TCP or OPC-UA
Communication Network	Wireless (LoRaWAN)
Nigthttime stow	Configurable
Backtracking	Backtracking 3D optional

INSTALLATION & SERVICE

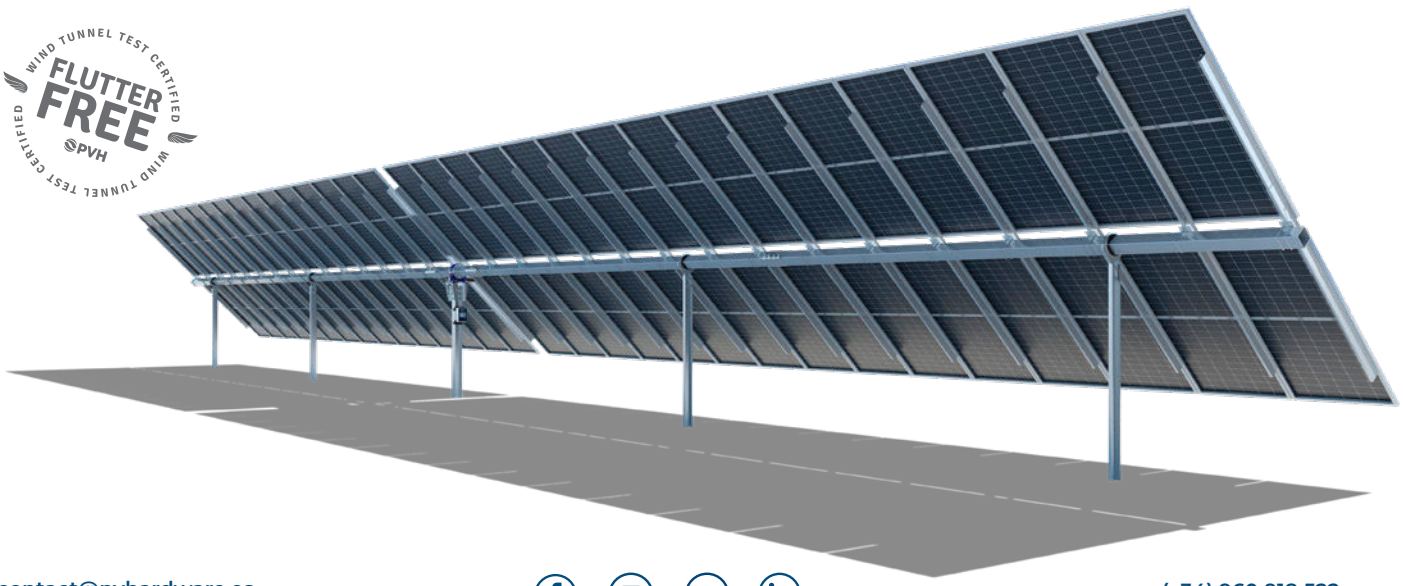
On-site training and commissioning

Warranty
Structure: 10 years
Electromechanical components: 5 years

PV Cleaner Optional

Certifications UL 3703, IEC 62817

WIND TUNNEL TEST CERTIFIED FLUTTER FREE PVH WIND TUNNEL TEST CERTIFIED



contact@pvhardware.es

(+34) 960 918 522

Please note that all pictures shown are for illustration purposes only and actual products may vary due to product enhancement or change.Contents subject to change without notice.

INGECON SUN

Power Serie B
1.500 Vdc

INVERSORES CENTRALES SIN TRANSFORMADOR CON UN ÚNICO BLOQUE DE POTENCIA

Hasta 1800 kVA con tecnología de 1500 V

Máxima densidad de potencia
Estos inversores FV centrales despliegan mayor potencia por metro cúbico y, gracias al uso de componentes de alta calidad, rinden al más alto nivel posible.

Electrónica de última generación
Los inversores Serie B integran una innovadora tarjeta de control que funciona más rápido y permite un control del inversor más eficiente y sofisticado, ya que utiliza un procesador de señales digitales de última generación. Además, el hardware de la tarjeta de control permite medidas más precisas y un mayor grado de protección.

Estos inversores soportan huecos de tensión y también presentan un menor consumo de potencia gracias a una tarjeta de suministro de potencia más eficiente.

Conexión AC mejorada
La conexión de salida ha sido diseñada para facilitar la conexión directa por pletinas con el transformador de media tensión.

Protección máxima
Estos equipos trifásicos disponen de un seccionador DC de apertura en carga motorizado para desacoplar el generador fotovoltaico del inversor. Además, incorporan un seccionador magneto-térmico motorizado. Opcionalmente pueden incorporar fusibles, kit de puesta a tierra y monitorización de corrientes de entrada.

Máximos valores de eficiencia
El uso de novedosas topologías de conversión electrónica permite alcanzar valores de eficiencia de hasta el 98,9%. Gracias a un sofisticado algoritmo de control, este equipo puede garantizar la máxima eficiencia en función de la potencia FV disponible.

Prestaciones mejoradas
La nueva gama de inversores INGECON®SUN Power presenta una envolvente renovada y mejorada que, junto a un novedoso sistema de refrigeración por aire, permite aumentar la temperatura de trabajo.



www.ingeteam.com
solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam

Hasta 1800 kVA con tecnología de 1500 V

Diseño duradero
El diseño de estos equipos, junto a las pruebas de estrés a las que son sometidos, permite garantizar una larga vida útil. Garantía estándar de 5 años, ampliable hasta 25 años.

Soporte de red
La familia INGECON® SUN Power Serie B está preparada para cumplir los requerimientos de conexión a red de los diferentes países, contribuyendo a la calidad y estabilidad del sistema eléctrico. Así, por ejemplo, son capaces de soportar huecos de tensión, inyectar potencia reactiva incluso por la noche y controlar la potencia activa inyectada a la red. Además, pueden operar en redes débiles con un bajo SCR (short-circuit ratio).

Fácil mantenimiento
Todos los elementos pueden ser reemplazados o retirados directamente desde la parte frontal del inversor, gracias a su novedoso diseño.

Manejo sencillo
Los inversores INGECON® SUN Power disponen de una pantalla LCD que permite visualizar de forma sencilla y cómoda el estado del inversor, así como diferentes variables internas.

Además, el display dispone de varios LEDs que indican el estado de funcionamiento del inversor y avisan de cualquier incidencia mediante una indicación luminosa, lo cual simplifica y facilita las tareas de mantenimiento del equipo.

Monitorización y comunicación
Comunicación Ethernet integrada de serie. Incluye sin coste las aplicaciones INGECON® SUN Manager, INGECON® SUN Monitor y su versión para smart-phone iSun Monitor para la monitorización y registro de datos del inversor a través de internet. Permite monitorizar las variables internas de funcionamiento (alarmas, producción en tiempo real, etc.), así como el histórico de datos de producción.

Disponibles dos puertos de comunicación (uno para monitorización y otro para el control de planta), permitiendo un control de planta rápido y simultáneo.

PROTECCIONES

- Polarización inversa DC.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Anti-isla con desconexión automática.
- Vigilante de aislamiento DC.
- Hasta 15 pares de porta-fusibles.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas DC y AC, tipo II.
- Interruptor DC motorizado para desconectar el inversor del campo FV.
- Seccionador magneto-térmico AC motorizado.
- Soporta huecos de tensión.
- Protección del hardware vía firmware.
- Protección adicional para la electrónica de potencia, gracias a un circuito cerrado de ventilación.

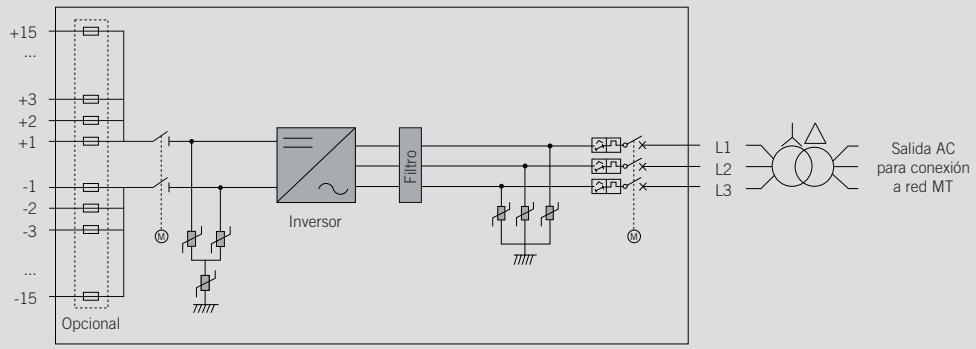
ACCESORIOS OPCIONALES

- Kit para alimentar servicios auxiliares.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas DC, tipo I+II.
- Kit de puesta a tierra.
- Kit para trabajar hasta -30 °C de temperatura ambiente.
- Fusibles DC.
- Monitorización de las corrientes de agrupación de la entrada DC.
- Vatímetro en el lado AC.
- Kit despolarizador nocturno (previene el PID: Potential Induced Degradation).
- Inyección de potencia reactiva nocturna.
- Kit atrapa-arenas.
- Caja de agrupamiento DC integrada.

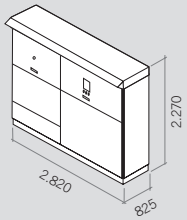
VENTAJAS DE LA SERIE B

- Mayor densidad de potencia.
- Electrónica de última generación.
- Protección electrónica más eficiente.
- Alimentación nocturna para comunicar con el inversor por la noche.
- Mayor rendimiento.
- Mantenimiento sencillo gracias al diseño de su nueva envolvente.
- Piezas de recambio más ligeras.
- Permite aterrar el campo fotovoltaico.
- Componentes fácilmente reemplazables.

Power B Series

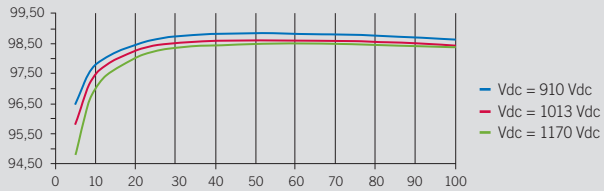


Dimensiones y peso (mm)



1.710 kg.

Rendimiento INGECON® SUN 1640TL B630



	1170TL B450	1400TL B540	1500TL B578	1560TL B600	1600TL B615
Valores de Entrada (DC)					
Rango pot. campo FV recomendado[1]	1.157 - 1.520 kWp	1.389 - 1.824 kWp	1.487 - 1.952 kWp	1.543 - 2.026 kWp	1.582 - 2.077 kWp
Rango de tensión MPP[2]	645 - 1.300 V	769 - 1.300 V	822 - 1.300 V	853 - 1.300 V	873 - 1.300 V
Tensión máxima[3]	1.500 V				
Corriente máxima	1.870 A				
Nº entradas con porta-fusibles	Desde 6 hasta 15 (hasta 12 con la Combiner Box integrada)				
Dimensiones fusibles	Fusibles de 63 A / 1.500 V a 500 A / 1.500 V (opcional)				
Tipo de conexión	Conexión a las barras de cobre				
Bloques de potencia	1				
MPPT	1				
Corriente máxima para cada entrada	De 40 A a 350 A, en los polos positivo y negativo				
Protecciones de Entrada					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas DC tipo II (opcional tipo I+II)				
Interruptor DC	Seccionador en carga DC motorizado				
Otras protecciones	Hasta 15 pares de fusibles DC (opcional) / Monitorización de aislamiento / Protección anti-aislamiento / Seta de emergencia				
Valores de Salida (AC)					
Potencia IP54 @30 °C / @50 °C	1.169 kVA / 1.052 kVA	1.403 kVA / 1.263 kVA	1.502 kVA / 1.352 kVA	1.559 kVA / 1.403 kVA	1.598 kVA / 1.438 kVA
Corriente IP54 @30 °C / @50 °C	1.500 A / 1.350 A				
Potencia IP56 @27 °C / @50 °C[4]	1.169 kVA / 1.035 kVA	1.403 kVA / 1.242 kVA	1.502 kVA / 1.330 kVA	1.559 kVA / 1.380 kVA	1.598 kVA / 1.415 kVA
Corriente IP56 @ 27°C / @ 50°C[4]	1.500 A / 1.328 A				
Tensión nominal[5]	450 V Sistema IT	540 V Sistema IT	578 V Sistema IT	600 V Sistema IT	615 V Sistema IT
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz				
Factor de Potencia ajustable	Si, 0-1 (leading / lagging)				
THD (Distorsión Armónica Total)[6]	<3%				
Protecciones de Salida					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas tipo II				
Interruptor AC	Seccionador magneto-térmico AC con mando a puerta y disparo remoto o motorizado				
Protección anti-isla	Sí, con desconexión automática				
Otras protecciones	Cortocircuitos y sobrecargas AC				
Prestaciones					
Eficiencia máxima	98,9%				
Euroeficiencia	98,5%				
Máx. consumo servicios aux.	4.700 W (25 A)				
Consumo nocturno o en stand-by[7]	90 W				
Consumo medio diario	2.000 W				
Datos Generales					
Temperatura de funcionamiento	-20 °C a +57 °C				
Humedad relativa (sin condensación)	0 - 100%				
Grado de protección	IP54 (IP56 con el kit atrapa-arenas)				
Protección contra la corrosión	Protegido contra la corrosión externa				
Altitud máxima	4.500 m (para instalaciones por encima de 1.000 m, contacten con el departamento comercial solar de Ingeteam)				
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada con control térmico (suministro de 230 V fase + neutro)				
Rango de caudal de aire	0 - 7.800 m^3/h				
Caudal de aire promedio	4.200 m^3/h				
Emisión acústica (100% / 50% carga)	<66 dB(A) a 10m / <54.5 dB(A) t 10m				
Marcado	CE				
Normativa EMC y de seguridad	IEC 62920, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 61000-3-12, IEC 62109-1, IEC 62109-2, EN 50178, FCC Part 15, AS3100				
Normativa de conexión a red	IEC 62116, EN 50530, IEC 61683, EU 631/2016 (EN 50549-2, P.O.12.2, CEI 0-16, VDE AR N 4120 …), G99, South African Grid code, Mexican Grid Code, Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, DEWA (Dubai) Grid code, Abu Dhabi Grid Code, Jordan Grid Code, Egyptian Grid Code, Saudi Arabia Grid Code, RETIE Colombia, Australian Grid Code				

Notas: [1] Dependiendo del tipo de instalación y de la ubicación geográfica. Datos para condiciones STC [2] Vmpp.min es para condicionales nominales (Vac=1 p.u. y Factor de Potencia=1) y sistemas flotantes [3] Considerar el aumento de tensión de los paneles 'Voc' a bajas temperaturas [4] Con el kit atrapa-arenas [5] Otras tensiones y potencias AC disponibles [6] Para P_{AC}>25% de la potencia nominal y tensión según IEC 61000-3-4 [7] Consumo desde el campo fotovoltaico cuando hay potencia FV disponible.

	1640TL B630	1675TL B645	1715TL B660	1755TL B675	1800TL B690
Valores de Entrada (DC)					
Rango pot. campo FV recomendado[1]	1.620 - 2.128 kWp	1.659 - 2.179 kWp	1.698 - 2.229 kWp	1.723 - 2.280 kWp	1.775 - 2.331 kWp
Rango de tensión MPP[2]	894 - 1.300 V	915 - 1.300 V	935 - 1.300 V	957 - 1.300 V	978 - 1.300 V
Tensión máxima[3]	1.500 V				
Corriente máxima	1.870 A				
Nº entradas con porta-fusibles	Desde 6 hasta 15 (hasta 12 con la Combiner Box integrada)				
Dimensiones fusibles	Fusibles de 63 A / 1.500 V a 500 A / 1.500 V (opcional)				
Tipo de conexión	Conexión a las barras de cobre				
Bloques de potencia	1				
MPPT	1				
Corriente máxima para cada entrada	De 40 A a 350 A, en los polos positivo y negativo				
Protecciones de Entrada					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas DC tipo II (opcional tipo I+II)				
Interruptor DC	Seccionador en carga DC motorizado				
Otras protecciones	Hasta 15 pares de fusibles DC (opcional) / Monitorización de aislamiento / Protección anti-aislamiento / Seta de emergencia				
Valores de Salida (AC)					
Potencia IP54 @30 °C / @50 °C	1.637 kVA / 1.473 kVA	1.673 kVA / 1.508 kVA	1.715 kVA / 1.543 kVA	1.754 kVA / 1.578 kVA	1.793 kVA / 1.613 kVA
Corriente IP54 @30 °C / @50 °C	1.500 A / 1.350 A				
Potencia IP56 @27 °C / @50 °C[4]	1.637 kVA / 1.449 kVA	1.676 kVA / 1.484 kVA	1.715 kVA / 1.518 kVA	1.754 kVA / 1.552,6 kVA	1.793 kVA / 1.587 kVA
Corriente IP56 @ 27°C / @ 50°C[4]	1.500 A / 1.328 A				
Tensión nominal[5]	630 V Sistema IT	645 V Sistema IT	660 V Sistema IT	675 V Sistema IT	690 V Sistema IT
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz				
Factor de Potencia ajustable	Si, 0-1 (leading / lagging)				
THD (Distorsión Armónica Total)[6]	<3%				
Protecciones de Salida					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas tipo II				
Interruptor AC	Seccionador magneto-térmico AC con mando a puerta y disparo remoto o motorizado				
Protección anti-isla	Sí, con desconexión automática				
Otras protecciones	Cortocircuitos y sobrecargas AC				
Prestaciones					
Eficiencia máxima	98,9%				
Euroeficiencia	98,5%				
Máx. consumo servicios aux.	4.700 W (25 A)				
Consumo nocturno o en stand-by[7]	90 W				
Consumo medio diario	2.000 W				
Datos Generales					
Temperatura de funcionamiento	-20 °C a +57 °C				
Humedad relativa (sin condensación)	0 - 100%				
Grado de protección	IP54 (IP56 con el kit atrapa-arenas)				
Protección contra la corrosión	Protegido contra la corrosión externa				
Altitud máxima	4.500 m (para instalaciones por encima de 1.000 m, contacten con el departamento comercial solar de Ingeteam)				
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada con control térmico (suministro de 230 V fase + neutro)				
Rango de caudal de aire	0 - 7.800 m^3/h				
Caudal de aire promedio	4.200 m^3/h				
Emisión acústica (100% / 50% carga)	<66 dB(A) a 10m / <54.5 dB(A) a 10m				
Marcado	CE				
Normativa EMC y de seguridad	IEC 62920, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 61000-3-12, IEC 62109-1, IEC 62109-2, EN 50178, FCC Part 15, AS3100				
Normativa de conexión a red	IEC 62116, EN 50530, IEC 61683, EU 631/2016 (EN 50549-2, P.O.12.2, CEI 0-16, VDE AR N 4120 …), G99, South African Grid code, Mexican Grid Code, Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, DEWA (Dubai) Grid code, Abu Dhabi Grid Code, Jordan Grid Code, Egyptian Grid Code, Saudi Arabia Grid Code, RETIE Colombia, Australian Grid Code				

Notas: [1] Dependiendo del tipo de instalación y de la ubicación geográfica. Datos para condiciones STC [2] Vmpp.min es para condicionales nominales (Vac=1 p.u. y Factor de Potencia=1) y sistemas flotantes [3] Considerar el aumento de tensión de los paneles 'Voc' a bajas temperaturas [4] Con el kit atrapa-arenas [5] Otras tensiones y potencias AC disponibles [6] Para P_{AC}>25% de la potencia nominal y tensión según IEC 61000-3-4 [7] Consumo desde el campo fotovoltaico cuando hay potencia FV disponible.

INGECON SUN

PowerStation FSK Serie B
1.500 Vdc

POWER STATION DE MEDIA TENSIÓN, PERSONALIZADA HASTA 7,2 MVA, CON TODOS LOS COMPONENTES SUMINISTRADOS SOBRE UNA BASE FULL SKID

Desde 1170 hasta 7200 kVA

Esta nueva solución de media tensión integra todos los elementos necesarios para desarrollar una planta solar multi-megavatio.

Maximice su inversión con el mínimo esfuerzo
La Power Station de Ingeteam es una solución compacta, flexible y personalizable, que puede ser configurada para adaptarse a cualquier tipo de necesidad técnica. Se suministra con hasta cuatro inversores fotovoltaicos centrales (dos duales). Todos sus elementos están pensados para facilitar su inmediata instalación a la intemperie, gracias a lo cual se puede prescindir de envolventes del tipo contenedor.

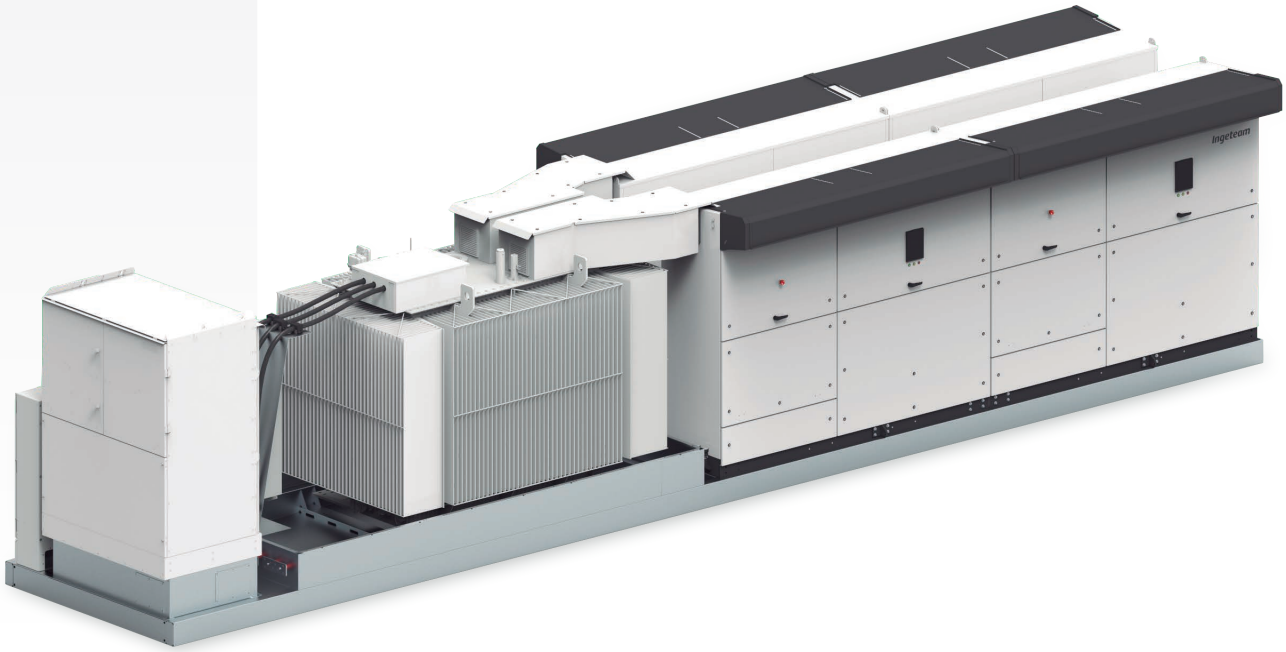
Mayor adaptabilidad y densidad de potencia
Esta solución tipo power station es más versátil, ya que presenta una plataforma metálica o skid de media tensión que integra todos los componentes de BT y MT, incluidos los inversores FV. Además, presenta una de las mayores densidades de potencia del mercado: 317 kW/m^3.

Tecnología Plug & Play
Esta solución en media tensión integra los equipos de conversión de potencia (hasta 7,2 MVA), transformador de aceite herméticamente sellado hasta 36 kV y toda la aparamenta de baja tensión. Una plataforma metálica o skid integra todos los elementos previamente ensamblados para una rápida conexión en campo, con hasta cuatro inversores centrales de la Serie B de Ingeteam.

Accesibilidad total
Gracias al uso de equipos de intemperie, el acceso a los inversores y al transformador se hace de forma directa. Además, el diseño de los inversores Power serie B ha sido pensado para facilitar las tareas de mantenimiento y reparación.

Protección máxima
Los inversores serie B de Ingeteam integran una electrónica de potencia de última generación y una protección electrónica mucho más eficiente. Aparte de eso, presentan las principales protecciones eléctricas y despliegan funciones de soporte de red, como la inyección de potencia reactiva, soporte de huecos de tensión o el control de la potencia activa inyectada.

Además, la conexión eléctrica entre los inversores y el transformador está totalmente protegida del contacto directo.



www.ingeteam.com
solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam

CONSTRUCCIÓN

- Plataforma metálica.
- Apta para ser colocada sobre losa o pilares.
- Diseño compacto que minimiza los costes logísticos.

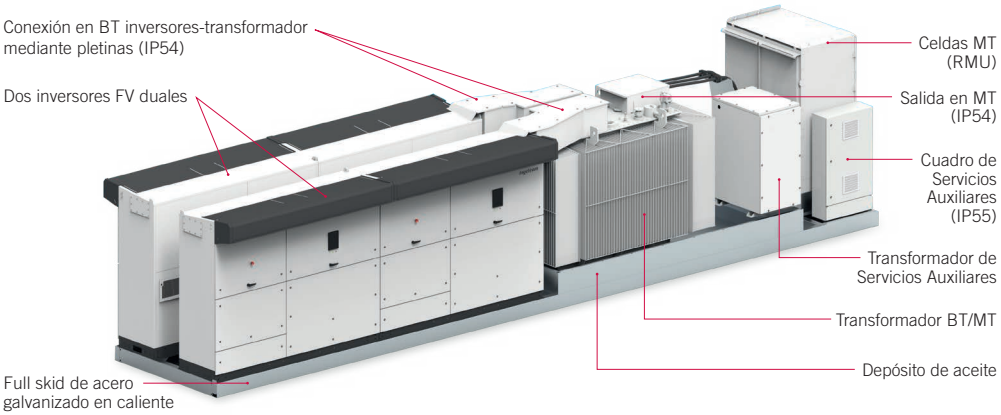
ACCESORIOS OPCIONALES

- Transformador de servicios auxiliares (hasta 50 kVA, Dyn11).
- UPS para monitorización (1,5 kVA, 30 min).
- Descargadores BT tipo I+II.
- Autoválvulas / descargadores de sobretensión en MT.
- Panel de distribución en baja tensión (IP55).
- Puesta en marcha de la planta.
- Sistema de comunicación de alta velocidad por Ethernet o fibra óptica, para una conexión Plug & Play con el SCADA o el control de planta.
- INGECON® SUN StringBox con 16, 24 o 32 strings de entrada. Cajas de strings inteligentes o pasivas.
- Medición de la energía consumida por los servicios auxiliares y de la energía producida.
- Relé de monitorización del aislamiento para sistemas IT.
- Regulación de la potencia reactiva cuando no hay potencia fotovoltaica.
- Puesta a tierra del campo FV.

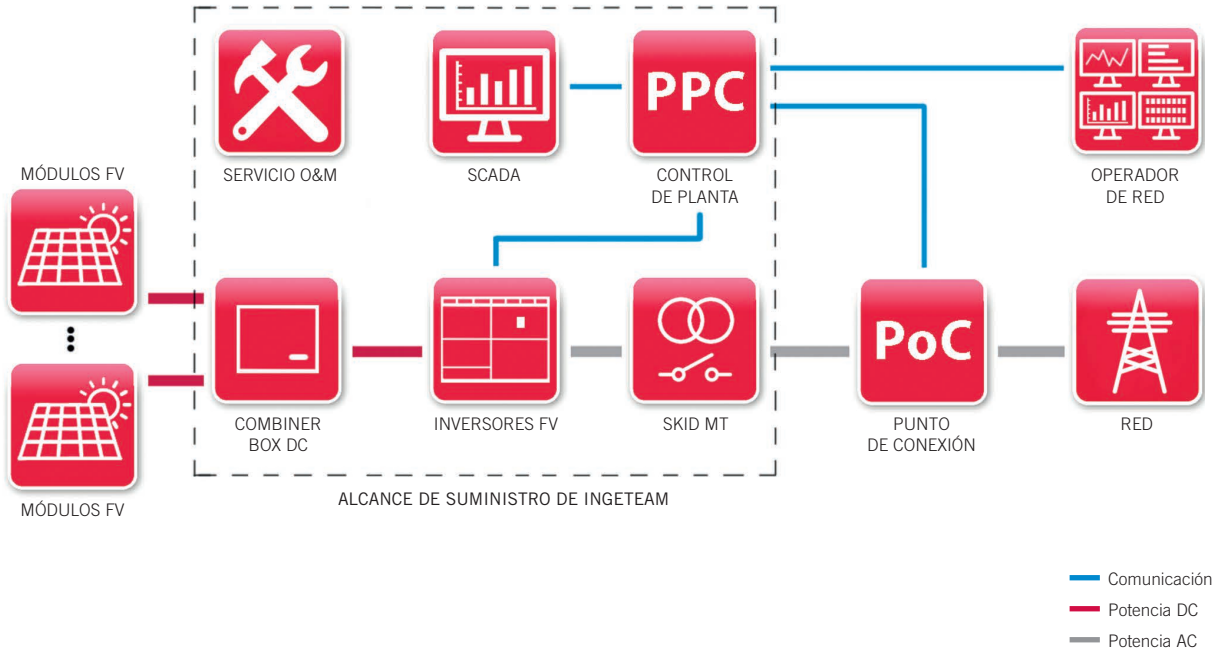
ELEMENTOS ESTÁNDAR

- Hasta cuatro inversores con una potencia de salida de 7,2 MVA.
- Transformador BT/MT de aceite herméticamente sellado hasta 36 kV.
- Celdas MT 1L1A (2L1A opcional).
- Depósito de aceite.
- Perfilería metálica para instalar equipos en BT.
- Mínimos trabajos de instalación en campo.

COMPONENTES



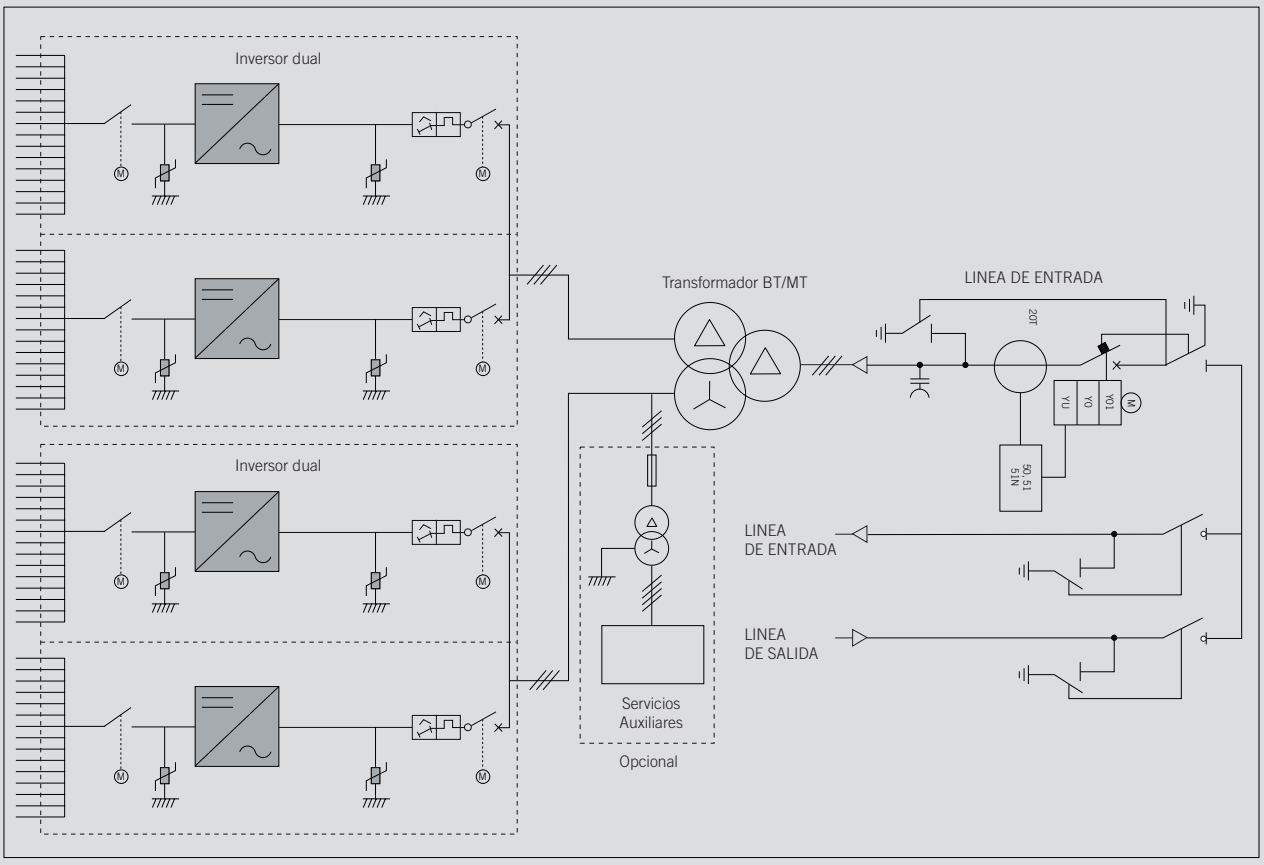
CONFIGURACIÓN DE PLANTA



	1800 FSK Serie B	3600 FSK Serie B	5400 FSK Serie B	7200 FSK Serie B
Información general				
Número de inversores	1	2	3	4
Potencia máx. @30 °C / 86 °F[1]	1.793 kVA	3.586 kVA	5.379 kVA	7.172 kVA
Rango de temperatura	desde -20 °C hasta +50 °C			
Humedad relativa (sin condensación)	0 - 100%			
Altitud máxima	3.000 msnm (limitación de potencia a partir de 1.000 msnm)			
Transformador BT / MT				
Media tensión	Desde 20 kV hasta 35 kV, 50-60 Hz			
Sistema de refrigeración	ONAN			
Mínimo PEI (Peak Efficiency Index)[2]	99,40%			
Grado de protección	IP54			
Celdas MT				
Media tensión	24 kV / 36 kV / 40,5 kV			
Corriente nominal	630 A			
Sistema de refrigeración	Ventilación natural			
Grado de protección	IP54			
Equipación				
Cuadro de servicios auxiliares	Versión estándar (sistema de monitorización opcional)			
Transformador BT/MT	Transformador inmerso en aceite herméticamente sellado			
Celdas MT	Celdas 1L1A (2L1A opcional)			
Información mecánica				
Tipo de estructura	Skid de acero galvanizado			
Dimensiones Full Skid (largo x ancho x alto)	8.570 x 2.100 x 2.460 mm	11.390 x 2.100 x 2.460 mm	11.390 x 2.100 x 2.460 mm	11.390 x 2.100 x 2.460 mm
Full Skid	13 T	16 T	19 T	25 T
Normativa	IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1			

Notas: [1] Potencia máxima calculada con el modelo de inversor INGECON® SUN 1800TL B690. Para otros modelos de inversor, contacte con el departamento comercial del área Solar de Ingeteam
[2] Para instalaciones en Europa, diseño ECO según la norma EU 548/2014 y EU 2019/1783.

Configuración con cuatro inversores FV Serie B



CE

Ingeteam

Ingeteam Power Technology, S.A.
Avda. Ciudad de la Innovación, 13
31621 Sarriguren (Navarra) - España
Tel.: +34 948 288 000
Fax: +34 948 288 001
e-mail: solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam S.r.l.
Via Emilia Ponente, 232
48014 Castel Bolognese (RA) - Italia
Tel.: +39 0546 651 490
Fax: +39 054 665 5391
e-mail: italia.energy@ingeteam.com

Ingeteam SAS
La Naurouze B - 140 rue Carmin
31670 Labège - Francia
Tel.: +33 (0)5 61 25 00 00
Fax: +33 (0)5 61 25 00 11
e-mail: france@ingeteam.com

Ingeteam INC.
3550 W. Canal St.
Milwaukee, WI 53208 - EEUU
Tel.: +1 (414) 934 4100 / +1 (855) 821 7190
Fax: +1 (414) 342 0736
e-mail: solar.us@ingeteam.com

Ingeteam, a.s.
Technologická 371/1
70800 Ostrava - Pustkovec
República Checa
Tel.: +420 59 747 6800
Fax: +420 59 732 6899
e-mail: czech@ingeteam.com

Ingeteam Shanghai, Co. Ltd.
Shanghai Trade Square, 1105
188 Si Ping Road
200086 Shanghai - China
Tel.. +86 21 65 07 76 36
Fax: +86 21 65 07 76 38
e-mail: shanghai@ingeteam.com

Ingeteam, S.A. de C.V.
Leibnitz Ext 13 Int 1102, Colonia Anzures
11590 - Miguel Hidalgo
Ciudad de México - México
Tel.: +52 81 8311 4858
Fax: +52 81 8311 4859
e-mail: northamerica@ingeteam.com

Ingeteam Ltda.
Rua Estácio de Sá, 560
Jd. Santa Genebra
13080-010 Campinas/SP - Brasil
Tel.: +55 19 3037 3773
e-mail: brazil@ingeteam.com

Ingeteam Pty Ltd.
Unit 2 Alphen Square South
16th Road, Randjiespark
Midrand 1682 - Sudáfrica
Tel.: +2711 314 3190
Fax: +2711 314 2420
e-mail: southafrica@ingeteam.com

Ingeteam SpA
Los militares 5890, Torre A, oficina 401
7560742 - Las Condes
Santiago de Chile - Chile
Tel.: +56 2 29574531
e-mail: chile@ingeteam.com

Ingeteam Power Technology India Pvt. Ltd.
2nd Floor, 431
Udyog Vihar, Phase III
122016 Gurgaon (Haryana) - India
Tel.: +91 124 420 6491-5
Fax: +91 124 420 6493
e-mail: india@ingeteam.com

Ingeteam Sp. z o.o.
Ul. Koszykowa 60/62 m 39
00-673 Warszawa - Polonia
Tel.: +48 22 821 9930
Fax: +48 22 821 9931
e-mail: polska@ingeteam.com

Ingeteam Australia Pty Ltd.
iAccelerate Centre, Building 239
Innovation Campus, Squires Way
North Wollongong, NSW 2500 - Australia
Tel.: +61 429 111 190
e-mail: australia@ingeteam.com

Ingeteam Panama S.A.
Av. Manuel Espinosa Batista,
Ed. Torre Internacional
Business Center, Apto./Local 407
Urb.C45 Bella Vista
Bella Vista - Panamá
Tel.: +50 761 329 467

Ingeteam Service S.R.L.
Bucuresti, Sector 2,
Bulevardul Dimitrie Pompeiu Nr 5-7
Cladirea Hermes Business
Campus 1, Birou 236, Etaj 2
Rumanía
Tel.: +40 728 993 202

Ingeteam Philippines Inc.
Office 2, Unit 330, Milelong Bldg.
Amorsolo St. corner Rufino St.
1230 Makati
Gran Manila - Filipinas
Tel.: +63 0917 677 6039

Ingeteam Power Technology, S.A.
Level 1, Al Bateen Tower C6 Bainunah
ADIB Building, Street 34
PO BOX 30010 - Abu Dhabi
Emiratos Árabes Unidos
Tel.: +971 50 125 8244

Ingeteam Vietnam Ltd.
Spaces - 28A Tran Hung Dao Street
Phan Chu Trinh Ward
Hoan Kiem District
Ha Noi City - Vietnam
Tel.: +84 24 71014057
e-mail: vietnam@ingeteam.com

Ingeteam Uruguay, S.A.
Avenida 18 de Julio, 1474, Piso 12
11200, Montevideo - Uruguay
Tel.: +598 934 92064



TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K

Cable para instalaciones solares fotovoltaicas TÜV y EN.

EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502

CPR COMPLIANT
Construction Products Regulation
EN 50575

D_{ca} - s2, d2, a2

DISEÑO

Conductor

Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible)

según UNE-EN 60228
e IEC 60228.

Aislamiento

Goma libre de halógenos

Cubierta

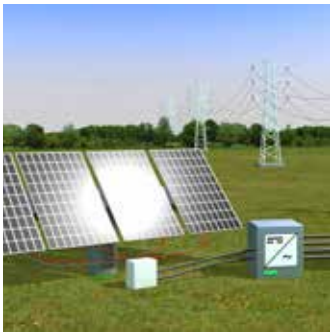
Goma libre de halógenos de color negro o rojo.

APLICACIONES

El cable Topsolar H1Z2Z2-K, certificado TÜV y EN, es apto para instalaciones fotovoltaicas, tanto en servicio móvil como en instalación fija. Cable muy flexible especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor de corriente continua o alterna. Compatible con la mayoría de conectores. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie en plenas garantías.








CARACTERÍSTICAS

Características eléctricas

BAJA TENSIÓN 1,5/1,5 · 1kV · (1,8) kV DC

Norma de referencia

EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502

Certificaciones

Certificados

CE
TÜV
EN
RoHS

D_{ca}- s2, d2, a2

Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 120°C.
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temp. mínima de servicio: -40°C

Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.
Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.
Reacción al fuego CPR: D_{ca}- s2, d2, a2 según la norma EN 50575.

Características mecánicas

Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior.
Resistencia a los impactos: AG2 Medio.

Características químicas

Resistencia a grasas y aceites: excelente.
Resistencia a los ataques químicos: excelente.

Resistencia a los rayos Ultravioleta

Resistencia a los rayos ultravioleta: EN 50618 y TÜV 2Pfg 1169-08.

Presencia de agua

Presencia de agua: AD8 sumergida.

Vida útil

Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2

Otros

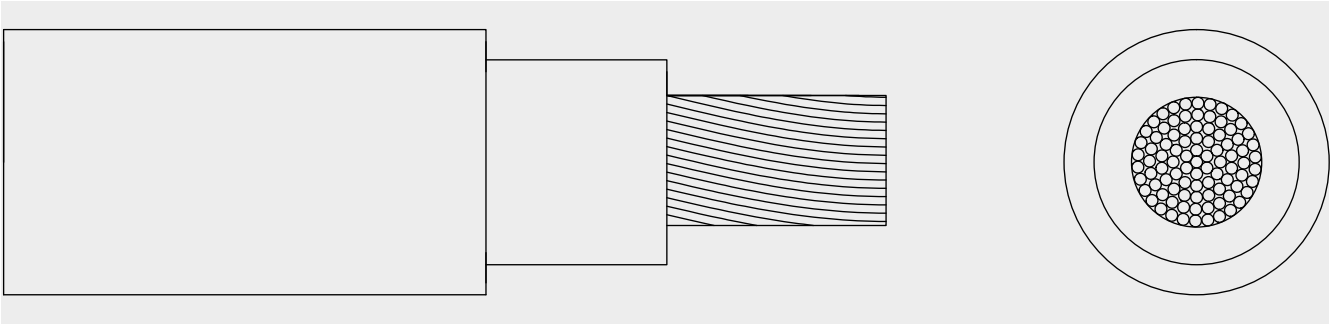
Marcaje: metro a metro.

Condiciones de instalación

Al aire.
Enterrado.

Aplicaciones

Instalaciones solares fotovoltaicas.



DIMENSIONES

Sección (mm)	Diámetro (mm)	Peso (Kg/km)	Aire libre (A)	Int. Sobre Superficie (A)	Int. Adya-cente a Superficie (A)	Caída tensión (V/A · km)
1 x 2,5	4,8	42	41	39	33	23,0
1 x 4	5,3	57	55	52	44	14,3
1 x 6	5,9	76	70	67	57	9,49
1 x 10	7,0	120	98	93	79	5,46
1 x 16	8,2	179	132	125	107	3,47
1 x 25	10,8	294	176	167	142	2,23
1 x 35	11,9	390	218	207	176	1,58

Intensidades máximas admisibles según IEC 60364-5-52.
Para otras condiciones de instalación, consultar factores de corrección en el anexo de este catálogo.
Consulte más datos técnicos en la especificación particular del cable y en la Declaración de Prestaciones (DoP).
Top Cable se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación de esta ficha técnica sin previo aviso.

Para más información: ventas@topcable.com

TOPSOLAR® PV Al 1500 V

Aluminium PV cable.

ACCORDING TO: IEC 60502-1

100% Green Energy Cable Production



E_{ca}

APPLICATION

TOPSOLAR® PV DC Feeder Aluminium cable is suitable for all types of underground and open air solar installations. This cable is recommended for connections between string boxes and photovoltaic inverters in large scale rooftops or ground farms.

- Solar PV installations.
- Heavy impact and armoured versions also available.

CONSTRUCTION

Conductor

Aluminium conductor, class 2 according to EN 60228 and IEC 60228.

Insulation

Cross-linked polyethylene insulation, type XLPE according to IEC 60502-1. Natural colour.

Outer sheath

Special UV resistant PVC, type ST2 according to IEC 60502-1. Black colour.

CHARACTERISTICS

Electrical performance

Low voltage: 1,5/1,5 (1,8) kV DC according to EN 50618.

1,8/3 (3,6) kV AC according to IEC 60502-1.

Thermal performance

Maximum service temperature: 90°C.

Maximum short-circuit temperature: 250°C (max. 5 s).

Minimum service temperature: -40°C (fixed and protected installations).

Minimum installation and handling temperature: 0°C (on cable surface).

Fire performance

Flame non-propagation according to EN 60332-1 and IEC 60332-1.

Reaction to fire CPR: E_{ca}, according to EN 50575

Reduced halogen emission. Chlorine <15%.

Mechanical performance

Minimum bending radius: 5x cable diameter.

Impact resistance: AG2 Medium severity.

Environmental performance

Chemical resistance: Good.

Grease & mineral oils resistance: Good.

UV Resistant according to EN 50618 and HD 605/A1.

Water resistance: AD8 Submersion.

STANDARDS / COMPLIANCE

According to

IEC 60502-1

Standards and approvals

CE / RoHS.

CPR (Construction Products Regulation)

E_{ca}

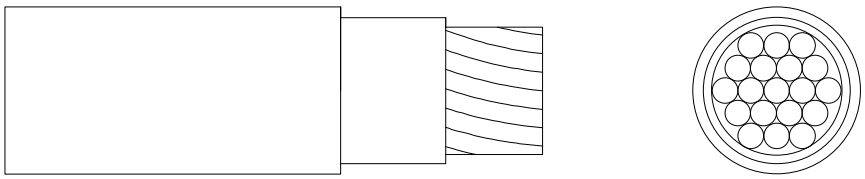
sales@topcable.com | www.topcable.com

© 2021 Top Cable - Version 15 - 09.06.2021 | Issued JAM

Top Cable reserves the right to carry out any modification to the data sheets whatsoever without giving previous notice. All renders, specifications and particulars of weights, size and dimensions contained in this documentation is indicative only and shall not be binding on Top Cable.

TOPSOLAR® PV
Al 1500 V

DIMENSIONES E INTENSIDADES ADMISIBLES



Sección (mm^2)	Diámetro (mm)	Peso (kg/km)	R_{20}°C (Ω/km)	Aire libre (A) [1]	Enterrado (A) [2]	Caída tensión (V/A · km)
1 x 16	11,1	140	1,910	87	76	4,894
1 x 25	12,2	175	1,200	121	98	3,075
1 x 35	13,4	215	0,868	150	117	2,225
1 x 50	14,5	255	0,641	184	139	1,643
1 x 70	16,6	340	0,443	237	170	1,135
1 x 95	17,7	425	0,320	289	204	0,820
1 x 120	19,3	520	0,253	337	233	0,648
1 x 150	20,7	610	0,206	389	261	0,528
1 x 185	22,5	740	0,164	447	296	0,420
1 x 240	24,9	930	0,125	530	343	0,320
1 x 300	27,0	1.095	0,100	613	386	0,256
1 x 400	30,0	1.395	0,0778	740	444	0,199
1 x 500	34,3	1.755	0,0605	856	510	0,155
1 x 630	38,4	2.225	0,0469	996	588	0,120
2 x 240	50,2	3.510	0,125	470	343	0,320
3 x 1 x 240	53,5	2.810	0,125	466	257	0,320
4 x 95	42,0	2.300	0,320	257	204	0,820
4 x 120	46,1	2.800	0,253	300	233	0,648
4 x 150	49,3	3.320	0,206	346	261	0,528
4 x 1 x 120	46,5	2.100	0,253	296	195	0,648
4 x 1 x 150	49,9	2.465	0,206	342	196	0,528
4 x 1 x 240	60,0	3.745	0,125	466	257	0,320

[1] Método de referencia F para cables unipolares y método E para cables multiconductores según IEC 60364-5-52 al aire libre a 30 °C de temperatura ambiente.
[2] Método de referencia D2 según IEC 60364-5-52. Directamente enterrados a 0,7 m de profundidad con una resistividad térmica del suelo de 2,5 K-m/W y 20°C de temperatura del suelo.
[3] A temperatura máxima de servicio y cosφ=1.
Para todos los cables se supone un circuito monofásico.

© 2021 Top Cable - Revisión 15 - 09.06.2021 | Emitido por JAM

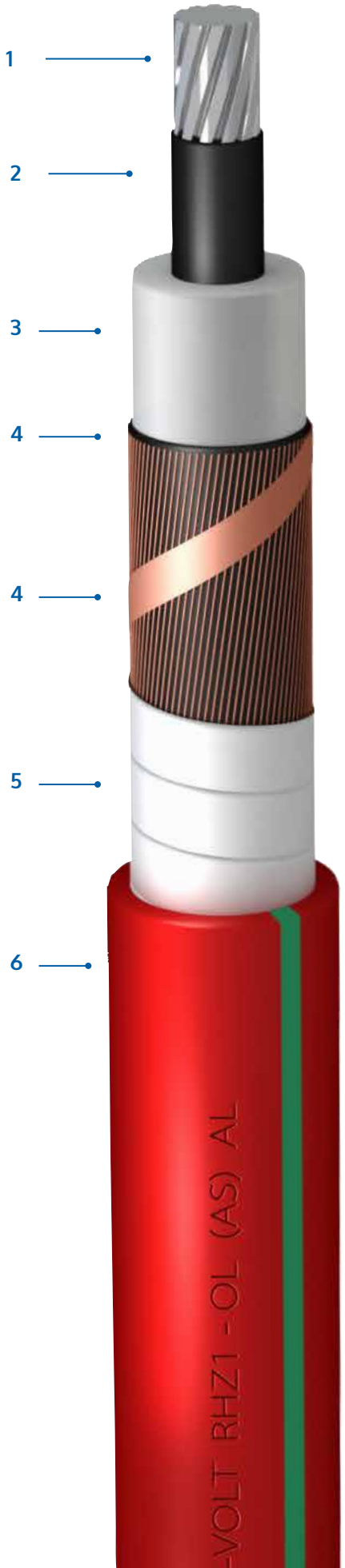
Top Cable se reserva el derecho de realizar cualquier modificación en las fichas técnicas sin previo aviso. Todos los rendimientos, especificaciones y datos de pesos, tamaños y dimensiones contenidos en esta documentación son meramente indicativos y no serán vinculantes para Top Cable.

Top Cable

X-VOLT RHZ1 (AS) AL/OL/2OL

Cable de Media Tensión de aluminio, con aislamiento de XLPE, libre de halógenos y no propagador del incendio.

Norma de referencia: UNE-HD 620-10E (tipo 10E-1) / IEC 60502-2.



DISEÑO

1. Conductor

Conductor de aluminio, clase 2, según UNE-EN 60228 e IEC 60228.

Opcionalmente, con obturación longitudinal (cables tipo -2OL)."

2. Pantalla semiconductora interna

Material semiconductor termoestable aplicado sobre el conductor.

3. Aislamiento

Polietileno reticulado (XLPE), en catenaria de atmósfera seca, mediante proceso de triple extrusión.

4. Pantalla semiconductora externa

Material semiconductor aplicado sobre el aislamiento. Pelable.

4. Pantalla metálica

Corona de alambres de cobre y contraespira de cobre, con una sección mínima de 16 mm2.

5. Obturación longitudinal

Cinta higroscópica recubriendo totalmente la pantalla (cables tipo –OL y -2OL).

(Capa adicional)

(Eventual, en función de las configuraciones.)

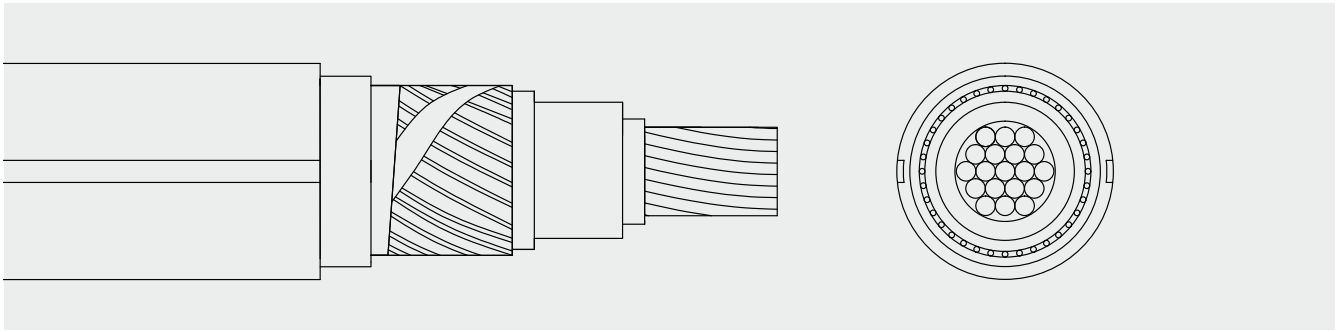
6. Cubierta exterior

Poliolefina ignifugada y libre de halógenos, de color rojo con dos franjas verdes.

APLICACIONES

Cable de aluminio para el transporte y distribución de energía en redes de media tensión. Libre de halógenos. Cable de alta seguridad (AS) no propagador del incendio.





CARACTERÍSTICAS

Características eléctricas

MEDIA TENSIÓN 6/10 kV, 8,7/15 kV, 12/20 kV y 18/30 kV.

Norma de referencia

UNE-HD 620-10E (tipo 10E-1) / IEC 60502-2.

Normas y certificaciones

Certificados

AENOR

Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 90°C.
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temp. mínima de servicio: -15 °C

Características frente al fuego

No propagación de la llama: según UNE-EN 60332-1.
No propagación del incendio:
según UNE-EN 60332-3-23 (cat.B)
Libre de halógenos: según UNE-EN 60754.
Baja emisión de humos: según UNE-EN 61034.

Características mecánicas

Radio de curvatura: 15 x diámetro exterior.
Resistencia a abrasión
Resistencia al desgarro

Características químicas

Resistencia a los rayos ultravioleta: UNE 211605.

Otros

Marcaje: metro a metro.

Condiciones de instalación

Al aire
Enterrado
Entubado
En galerías

Aplicaciones

Redes de distribución.



Intensidades máximas admisibles según UNE 211 435.
Para otras condiciones de instalación, consultar factores de corrección en la Norma UNE 211 435.
Consulte más datos técnicos en la especificación particular del cable.
Top Cable se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación de esta ficha técnica sin previo aviso.

Para más información: ventas@topcable.com

DIMENSIONES

6 / 10 kV

Sección (mm2)	DIMENSIONES				DATOS ELÉCTRICOS		INTENSIDADES MÁXIMAS	
	Ø Cond. (mm)	Ø Ais. (mm)	Ø Ext. (mm)	Peso (Kg/Km)	X (Ω/km a 50 Hz)	C (µzF/km)	Al aire (40°C) (A)	Enterrados (25°C) (A)
1x50	8,3	16,5	30,6	967	0,141	0,245	170	140
1x70	9,8	18,0	32,1	1071	0,134	0,275	210	170
1x95	11,3	19,5	33,6	1183	0,128	0,304	255	205
1x120	12,6	20,8	34,9	1301	0,123	0,329	295	235
1x150	14,0	22,2	36,3	1407	0,119	0,357	335	260
1x185	15,6	23,8	38,9	1635	0,117	0,388	385	295
1x240	18,0	26,2	41,3	1859	0,111	0,434	455	345
1x300	20,3	28,5	43,6	2106	0,107	0,478	520	390
1x400	23,4	31,6	46,7	2436	0,103	0,538	610	445
1x500	27,0	35,2	50,3	2836	0,098	0,608	720	510
1x630	32,0	40,2	55,3	3449	0,094	0,704	840	580
1x800	34,0	42,2	57,3	3920	0,092	0,742	975	665
1x1000	39,0	47,2	62,3	4724	0,089	0,838	1130	755

8,7 / 15 kV

1x50	8,3	18,7	32,8	1070	0,145	0,199	170	140
1x70	9,8	20,2	34,3	1179	0,138	0,221	210	170
1x95	11,3	21,7	35,8	1295	0,132	0,243	255	205
1x120	12,6	23,0	37,5	1444	0,128	0,263	295	235
1x150	14,0	24,4	38,9	1555	0,123	0,283	335	260
1x185	15,6	26,0	41,1	1765	0,120	0,307	385	295
1x240	18,0	28,4	43,5	1997	0,115	0,342	455	345
1x300	20,3	30,7	45,8	2251	0,110	0,376	520	390
1x400	23,4	33,8	48,9	2590	0,105	0,421	610	445
1x500	27,0	37,4	52,5	3003	0,101	0,474	720	510
1x630	32,0	42,4	57,5	3631	0,096	0,547	840	580
1x800	34,0	44,4	59,5	4109	0,094	0,576	975	665
1x1000	39,0	49,4	64,5	4929	0,091	0,648	1130	755

12 / 20 kV

1x50	8,3	20,7	34,8	1169	0,149	0,172	170	140
1x70	9,8	22,2	36,7	1308	0,142	0,191	210	170
1x95	11,3	23,7	38,2	1431	0,136	0,209	255	205
1x120	12,6	25,0	40,1	1599	0,132	0,225	295	235
1x150	14,0	26,4	41,5	1716	0,127	0,242	335	260
1x185	15,6	28,0	43,1	1890	0,123	0,261	385	295
1x240	18,0	30,4	45,5	2128	0,117	0,290	455	345
1x300	20,3	32,7	47,8	2389	0,113	0,318	520	390
1x400	23,4	35,8	50,9	2737	0,108	0,355	610	445
1x500	27,0	39,4	54,5	3160	0,103	0,398	720	510
1x630	32,0	44,4	59,5	3803	0,098	0,458	840	580
1x800	34,0	46,4	61,5	4287	0,096	0,482	975	665
1x1000	39,0	51,4	66,5	5121	0,093	0,542	1130	755

18 / 30 kV

1x50	8,3	25,7	40,2	1472	0,158	0,134	170	140
1x70	9,8	27,2	42,3	1642	0,151	0,147	210	170
1x95	11,3	28,7	43,8	1776	0,145	0,160	255	205
1x120	12,6	30,0	45,1	1914	0,139	0,171	295	235
1x150	14,0	31,4	46,5	2041	0,135	0,183	335	260
1x185	15,6	33,0	48,1	2226	0,130	0,197	385	295
1x240	18,0	35,4	50,5	2482	0,124	0,217	455	345
1x300	20,3	37,7	52,8	2759	0,119	0,236	520	390
1x400	23,4	40,8	55,9	3130	0,114	0,262	610	445
1x500	27,0	44,4	59,5	3579	0,109	0,292	720	510
1x630	32,0	49,4	64,5	4257	0,103	0,333	840	580
1x800	34,0	51,4	66,5	4756	0,101	0,350	975	665
1x1000	39,0	56,4	71,5	5626	0,097	0,391	1130	755

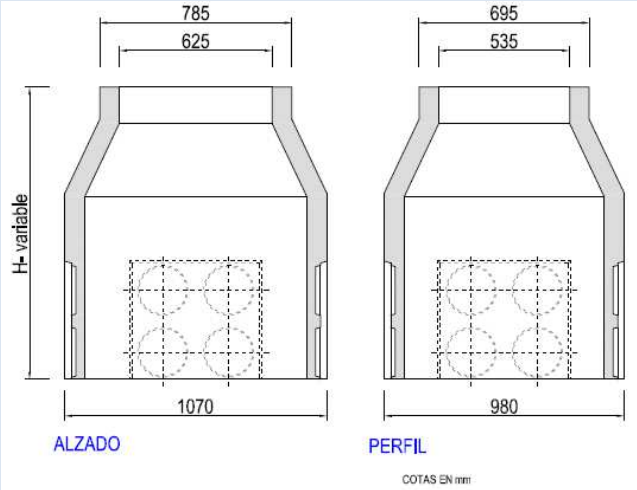
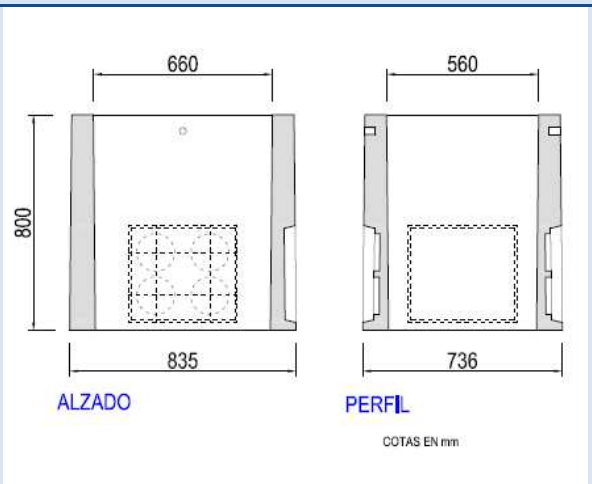
PREFABRICADOS SAN BLAS, S.A.
C.I.F. A-18047720

UNE EN ISO 9001
EMPRESA
CERTIFICADA
Nº DCA-1243-AQ-2002

SANBLAS Nº 80 • 18.650 DÚRCAL (GRANADA) TELÉF.: 958781072- • FAX: 958780304 www.prefabricadossanblas.com E-mail:info@prefabricadossanblas.com

FICHA DE CARACTERISTICAS TÉCNICA

ARQUETAS ELECTRICIDAD tipo A1

CROQUIS	MODELO	DIM. BOCA (mm)		PESO (kg)	USO
		Long.	Anch.		
	Tipo A-1 H-80	625	535	480	Canalizaciones subterráneas de MT y BT
	Tipo A-1 H-105	625	535	620	Canalizaciones subterráneas de MT y BT
	Tipo A-1 H-120	625	535	760	Canalizaciones subterráneas de MT y BT
	Tipo A-1 H-150	625	535	970	Canalizaciones subterráneas de MT y BT
	Tipo A-1 RECTA H-80	660	560	450	Canalizaciones subterráneas de MT y BT

Edición:	01	Fecha:	19/06/2013

Nota: Estas especificaciones pueden sufrir modificaciones como consecuencia de cambios en la normativa vigente o bien por mejoras de las mismas.

PREFABRICADOS SAN BLAS, S.A.

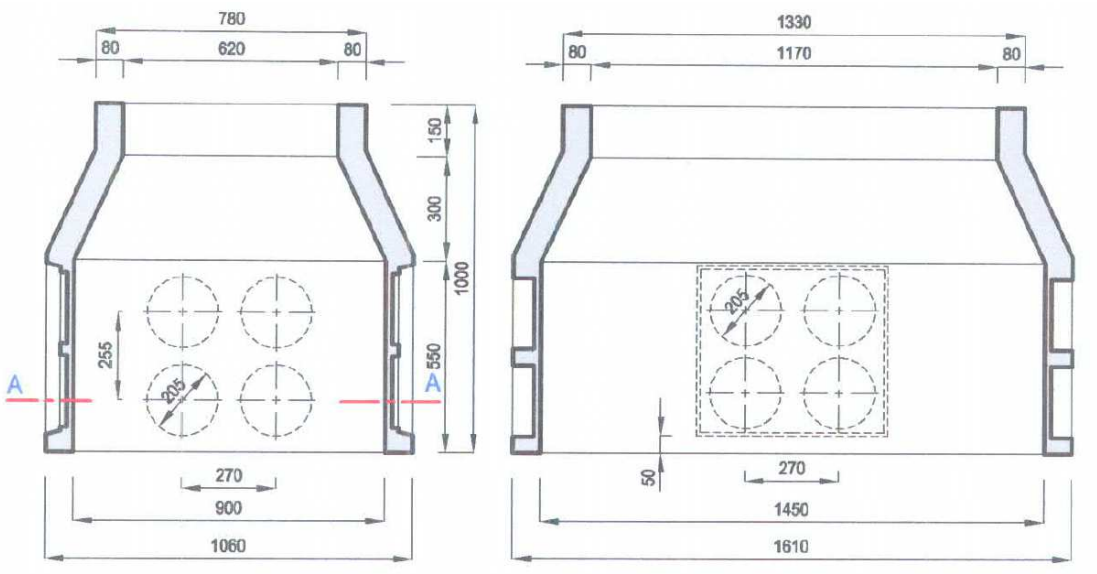
C.I.F. A-18047720

UNE EN ISO 9001
EMPRESA
CERTIFICADA

Nº DCA-1243-AQ-2002

SANBLAS Nº 80 • 18.650 DÚRCAL (GRANADA) TELÉF.: 958781072- • FAX: 958780304 www.prefabricadossanblas.com E-mail:info@prefabricadossanblas.com

FICHA DE CARACTERISTICAS TÉCNICAS





ARQUETA DE HORMIGON Tipo A-2

MODELO	USO	DIMENSIONES DE LA BOCA (mm)		PESO (kg)	RESISTENCIA CARACTERISTICA DEL HORMIGON
		Longitud	Anchura		
Tipo A-2 H-100	Canalizaciones subterraneas de MT y BT	1170	620	840	> 300 kg/cm2
Edición:	01		**Fecha:**	19/06/2013	

Nota: Estas especificaciones pueden sufrir modificaciones como consecuencia de cambios en la normativa vigente o bien por mejoras de las mismas.

2. Instalación Eólica

Estimado equipo de Bogaris,

Nos complace confirmar que Nordex está en disposición de suministrar a su empresa los aerogeneradores para el parque Los Morales, con las siguientes características:

Cantidad: 7 aerogeneradores
Rotor: 175 m
Altura de buje: 142m
Potencia: 4,5 MW

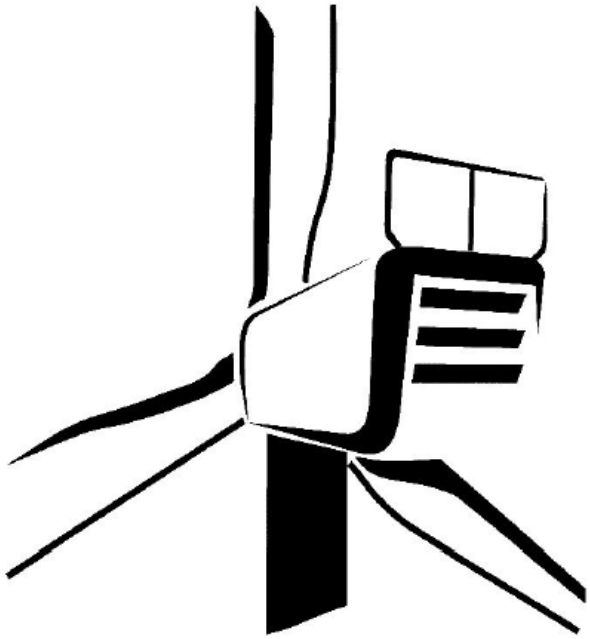
Nos aseguraremos de que los aerogeneradores cumplan con todas las especificaciones mencionadas y se entreguen en la fecha acordada. Si tiene alguna pregunta adicional o necesita más información, no dude en ponerse en contacto con nuestro equipo comercial.

Agradecemos su confianza en nuestra empresa y esperamos poder brindarle un servicio excepcional.

En Pamplona a 14 de Junio de 2023.

Atentamente,
Santiago López-Remiro

Sales Manager Spain
Nordex Group



- Translation of the original document (2030462DE, rev. 01) -
This is a translation from German. In case of doubt, the German text shall prevail.

Language: EN - English
Department: Engineering/CPS/Processes & Documents

Done	Reviewed	Approved
KDE 16-03-2023	A.G.L. 16-03-2023	JIL 16-03-2023

© 2023 NORDEX GROUP. All rights reserved.

This document, including any presentation of its contents in whole or in part, is the intellectual property of Nordex Energy SE & Co. KG. The information contained in this document is intended exclusively for Nordex employees and employees of trusted partners and subcontractors of Nordex Energy SE & Co. KG, Nordex SE and their affiliated companies as defined in section 15 et seq. of the German Stock Corporation Act (AktG) and must never (not even in extracts) be disclosed to third parties.

All rights reserved.

Any disclosure, duplication, translation or other use of this document or parts thereof, regardless if in printed, handwritten, electronic or other form, without the explicit approval of Nordex Energy SE & Co. KG is prohibited.

© 2023 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburg

Manufacturer's address as per Machinery Directive:

Nordex Energy SE & Co. KG

Langenhorner Chaussee 600

22419 Hamburg

Germany

Phone: +49 (0)40 300 30 -1000

Fax: +49 (0)40 300 30 - 1101

info@nordex-online.com

http://www.nordex-online.com

Validity

Turbine generation	Product series	Product
Delta	Delta4000	N175/6.X

1. Structure 5
1.1 Tower 5
1.2 Rotor 6
1.3 Nacelle 6
1.4 Auxiliary systems 7
1.4.1 Automatic lubrication system 7
1.4.2 Heaters 7
1.4.3 E-chain hoist and crossbeam 7
1.4.4 Cooling system 8
2. Control and electrical system 9
2.1 Safety systems 9
2.2 Lightning/overvoltage protection, electromagnetic compatibility (EMC) 10
2.3 Medium-voltage system 10
2.4 Low-voltage grid types 11
2.5 Auxiliary power of the wind turbine 11
3. Options 12
4. Technical data 13
4.1 Technical design 13
4.2 Towers 14
4.3 Rotor and rotor blades 14
4.4 Nacelle 14
4.4.1 Rotor shaft 15
4.4.2 Brake and gearbox 15
4.4.3 E-chain hoist and crossbeam 15
4.5 Electrical system 16
4.5.1 Transformer 16
4.5.2 Medium-voltage switchgear 17
4.5.3 Generator 18
4.6 Cooling system 18
4.7 Pitch system 18
4.8 Yaw system 19
4.9 Corrosion protection 19
4.10 Automation systems 19

1. Structure

The Nordex N175/6.X wind turbine (WT) is a speed-variable wind turbine with a rotor diameter of 175 m and a nominal power of 6220 kW, which can be adapted dependent on location. The wind turbine is designed for class S in accordance with IEC 61400-1 or wind zone S in accordance with DIBt 2012 and is available in 50 Hz and 60 Hz variants.

A Nordex N175/6.X wind turbine consists of the following main components:

- Rotor with rotor hub, three rotor blades and the pitch system
- Nacelle with rotor shaft and bearing, gear, generator, Yaw system, medium voltage transformer and converter
- Tubular steel tower or hybrid tower with medium-voltage switchgear.

1.1 Tower

The wind turbine N175/6.X can be erected on a steel tower or on a hybrid tower. The tubular steel tower consists of several conical or cylindrical sections. This tower is bolted to the anchor cage embedded in the foundation. The bottom part of the hybrid tower consists of a concrete tower and the top part of a tubular steel tower.

A climbing assistance, e. g a service lift or a climb assist, the vertical ladder with fall protection system as well as resting and working platforms inside the tower allow for a weather-protected ascent to the nacelle.

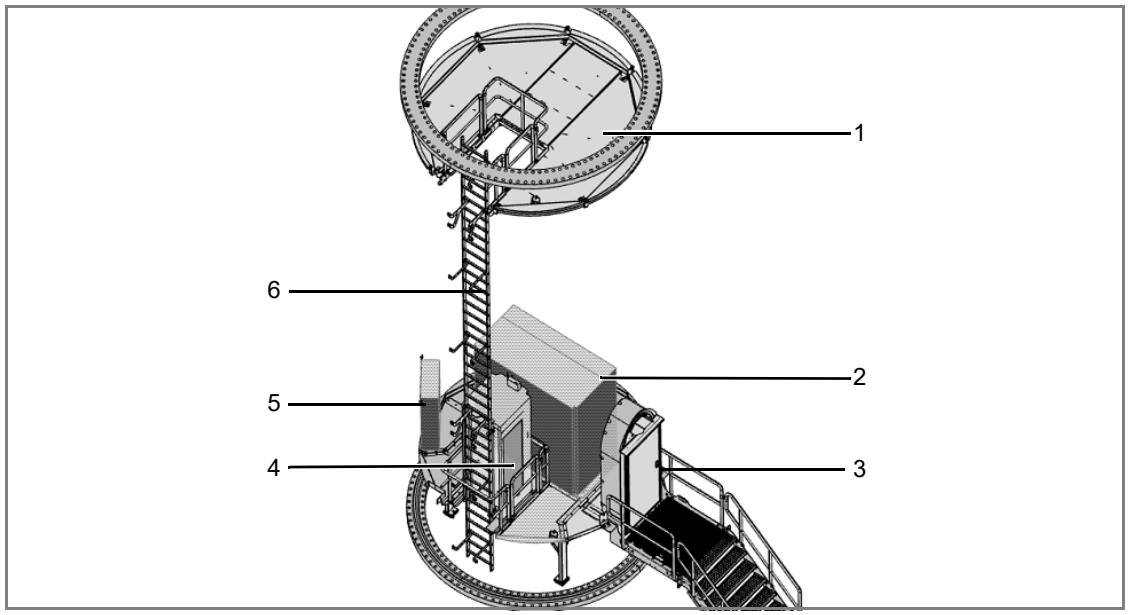


Fig. 1: Overview of installations in the bottom section of the steel tube tower with a vertical ladder (in case of a climb assist different image)

1 Flange platform
2 MV switchgear
3 Tower access
4 Tower service lift
5 Control cabinet
6 Ladder path

The foundation structure of all towers depends on the soil conditions at the intended location.

1.2 Rotor

The rotor consists of the rotor hub with three slewing bearings, the pitch system for blade adjustment and three rotor blades.

The **rotor hub** consists of a base element with support system and spinner. The base element consists of a stiff cast structure, on which the pitch bearings and the rotor blades are assembled. The rotor hub is covered with the spinner which enables the direct access from the nacelle into the rotor hub.

The **rotor blades** are made from high quality fiber glass- and carbon-fiber reinforced plastic. The rotor blade is tested statically and dynamically according to IECRE OD501 and OD501-1 with IEC 61400-23:2014.

The **pitch system** serves to adjust the pitch angle of the rotor blades set by the control system. For each individual rotor blade the pitch system comprises an electromechanical drive with rotary current motor, planetary gear and drive pinion, as well as a control unit with frequency converter and emergency power supply. Power supply and signal transfer are realized through a slip ring in the nacelle.

1.3 Nacelle

The nacelle contains essential mechanical and electric components of the wind turbine.

The **rotor shaft** transmits the rotary motion of the rotor to the gearbox and is mounted in the **rotor bearing** in the nacelle. A rotor lock is integrated in the rotor bearing housing, with which the rotor can be reliably locked in place mechanically.

With the mechanical **rotor brake** the rotor is locked during maintenance work. For this, a sufficient oil pressure is generated by the hydraulic pump.

The **gearbox** increases the rotor speed until it reaches the speed required for the generator. The bearings and gearings are continuously lubricated with oil. A combination filter element with coarse, fine and ultrafine filter retains solid particles. The control system monitors the contamination of the filter element. The gear oil used for lubrication also cools the gearbox. The temperatures of the gearbox bearings and the oil are continuously monitored. If the optimum operating temperature is not yet reached, a thermal bypass directs the gear oil directly back to the gearbox. Only when the gear oil temperature reaches a predetermined value is the transmission oil cooled by an oil / water cooler, which is located directly on the gearbox. As a result, the gear oil temperature is kept in a narrow temperature range during operation.

The **coupling** acts as force-transmitting connection between the gearbox and the generator.

The **generator** is a 6-pole doubly-fed induction machine. The generator has a built-on air-water heat exchanger and is connected to the cooling circuit.

The **converter** connects the electrical grid to the generator which means the generator can be operated with variable rotational speeds.

The **transformer** converts the low voltage of the generator-converter system into medium voltage of the wind farm grid. The transformer is cooled by the connection to the cooling circuit.

In the **switch cabinet**, all electrical components required for the control and supply of the turbine are located.

The cooling water is re-cooled by a **passive cooler** on the nacelle roof.

The **yaw drives** optimally rotate the nacelle into the wind. The yaw drives are located on the machine frame in the nacelle. A yaw drive consists of an electric

motor, multi-stage planetary gear, and a drive pinion. The drive pinions mesh with the external gearing of the yaw bearing. In the aligned position the nacelle is held with the yaw drives.

All nacelle assemblies are protected against wind and weather conditions by means of a **nacelle housing**.

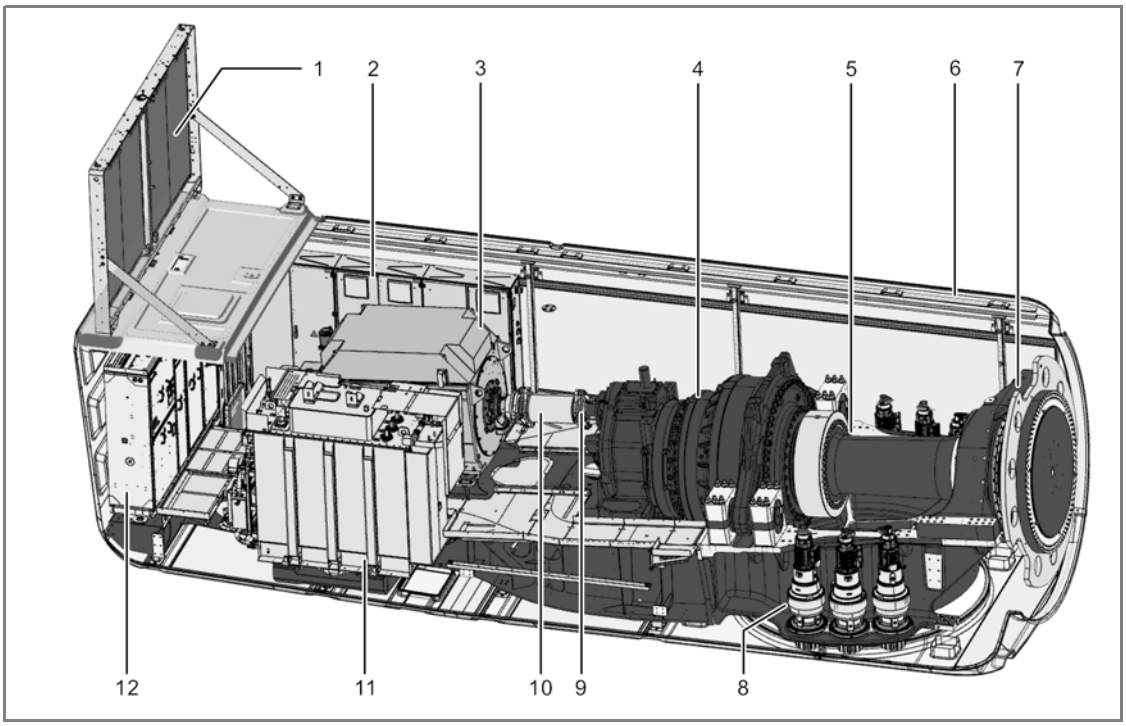


Fig. 2: Schematic diagram of the nacelle, example

1 Passive cooler
2 Switch cabinet
3 Generator
4 Gearbox
5 Rotor shaft
6 Nacelle housing
7 Rotor bearing
8 Yaw drives
9 Rotor brake
10 Coupling
11 Transformer
12 Converter

1.4 Auxiliary systems

1.4.1 Automatic lubrication system

Generator bearing, gearing of the pitch bearings, rotor bearing and gearing of the yaw bearing are each equipped with an **automatic lubrication system**.

1.4.2 Heaters

Gearbox, generator, cooling circuit and all relevant switch cabinets are equipped with **heaters**.

1.4.3 E-chain hoist and crossbeam

An electric **chain hoist** is installed in the nacelle which is used for lifting tools, components and other work materials from the ground into the nacelle.

A crossbeam including a sliding trolley is prepared for the use of a manual chain hoist to move the materials within the nacelle.

1.4.4 Cooling system

Two separate cooling circuits ensure cooling of the large components. Converter and gearbox are cooled in one cooling circuit and generator and transformer in the other.

Both cooling circuits are connected to passive coolers on the nacelle roof, in which the water is recooled.

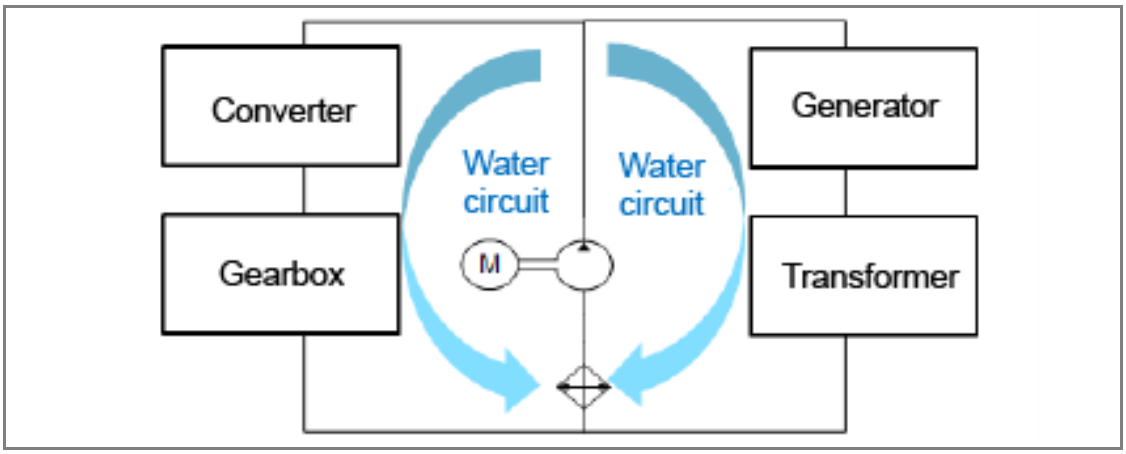


Fig. 3: Schematic representation of the cooling circuit

2. Control and electrical system

The WT operates automatically. A programmable logic controller (PLC) continuously monitors the operating parameters using various sensors, compares the actual values with the corresponding setpoints and issues the required control signals to the WT components. The operating parameters are specified by Nordex and are adapted to the individual location. The controller is located in a control cabinet in the tower base.

When there is no wind the WT remains in idle mode. Only various auxiliary systems are operational or activated as required: e.g., heaters, gear lubrication or PLC, which monitors the data from the wind measuring system. All other systems are switched off and do not use any energy. The rotor idles. When the cut-in wind speed is reached, the WT changes to the "ready for operation" condition. Now all systems are tested, the nacelle turns into the wind and the rotor blades turn into the wind. When a certain speed is reached, the generator is connected to the grid and the WT produces electrical energy.

At low wind speeds the WT operates at part load. The rotor blade remain turned into wind to the maximum extent. The power produced by the WT depends on the wind speed.

When the nominal wind speed is reached, the WT switches over to the nominal load range. If the wind speed continues to increase, the speed control changes the rotor blade angle so that the rotor speed and thus the power output of the WT remain constant.

The yaw system ensures that the nacelle is always optimally aligned to the wind. To this end two separate wind measuring systems on the nacelle measure the wind direction. Only one wind measuring system is used for the control system, while the second system monitors the first and takes over in case the first system fails. If the wind direction measured deviates too much from the nacelle alignment, the nacelle is yawed into the wind.

The wind energy absorbed from the rotor is converted into electrical energy using a doubly-fed induction machine with slip ring rotor. Its stator is connected directly, and the rotor via a specially controlled frequency converter, to the MV transformer which connects the turbine to the grid. Only part of the power needs to be routed via the converter, permitting low electrical system losses.

2.1 Safety systems

Nordex wind turbines are equipped with technical equipment and devices that protect people and systems and ensure permanent operation. The entire turbine is designed in accordance with the Machinery Directive 2006/42/EC and certified as per IEC 61400.

Safety-relevant parameters in the system control are monitored continuously. Here, the sensor data of the safe sensors are transmitted via a safe bus system to the safe controller for evaluation. If specified parameters are exceeded, the system is stopped via actuators and set to a safe state.

Depending on the cut-out cause, different brake programs are triggered. In event of external causes, such as excessive wind speeds or below operating temperatures, the wind turbine is gently braked by means of rotor blade adjustment. Other safety functions are used to stop drives safely for maintenance work.

2.2 Lightning / overvoltage protection, electromagnetic compatibility (EMC)

The lightning/surge protection of the wind turbine is based on the EMC-compliant lightning protection zone concept, which comprises the implementation of internal and external lightning/surge protection measures under consideration of the standard IEC 61400-24. The wind turbine is designed according to lightning protection class I.

The wind turbine with the electrical equipment, consumers, the measurement, control, protection, information and telecommunication technology meets the EMC requirements according to IEC 61400-1.

2.3 Medium-voltage system

The medium voltage components are used to connect a WT to the wind farm medium-voltage grid or the local grid operator. The tower base contains the **MV switchgear**. It consists of a transformer field with circuit breakers and at least one ring cable field as default and up to three ring cable fields as an option (dependent on the wind farm configuration). The transformer panel consists of a vacuum circuit breaker and the disconnector with ground switch. The ring cable panel consist of a switch disconnector with a ground switch. The entire MV switchgear is assembled on a support/adapter frame.

Further characteristics of the MV switchgear:

- Routine tests of each switchgear in compliance with IEC 62271-200
- Type tested, SF6 insulation
- Internal switchgear for self-contained electrical systems (min. IP2X)
- SF-6 tank: metal-clad, metal-enclosed (min. IP65), independent of environmental influences
- Switch positions shown "On - Off - Grounded"
- Test terminal strip for secondary test
- Low-maintenance in accordance with class E2 (IEC 62271-100)

In case of technical availability Nordex can as an alternative to traditional SF6 insulated switchgear also supply SF6-free switchgear. This option is to be agreed upon with Nordex in advance.

The system protection of the MV switchgear is achieved by the following items:

- Improved personal safety and system protection in case of arcing by type testing in compliance with IEC 62271-200
- Protection device supplied with converter current and stabilized for inrush current as DMT protection relay (independent maximum current protection)
- Actuating openings for switchgear are interlocked to preclude operation of more than one simultaneously, and can be locked as an option
- Corrosion protection of the switchgear cells through hot-dip galvanization and painted surfaces
- Pressure relief by pressure absorber duct in case of arcing. Alternatively, for the USA, an arc suppressor can be installed in the tank and in the cable connection compartment.

Transformer and **converter** are located in the nacelle. The transformer has been specified in accordance with IEC 60076-16.

The steel components at the transformer are dimensioned for corrosion protection class C3 (H). Additional protection measures:

- Grounded tank (Ester transformer)
- Overtemperature protection with temperature sensor and relay
- Hermetic protection (leakage) and overpressure protection for ester transformer

2.4 Low-voltage grid types

The **950 V low voltage grid** is the primary wind turbine low voltage energy system. It is insulated from the ground as an IT grid and three phase AC network.
The elements of the electrical operating and measuring devices of this network are grounded directly or via separate protective equipotential bonding cables. A central insulation monitor has been installed as another protective measure for personal and turbine safety in the 950-V-IT system.

The **400 V / 230 V low voltage grid** is the auxiliary wind turbine low voltage system. It has its neutral point grounded directly in the supplying grid transformers as a TN system and three-phase system. The equipment grounding conductor PE and the neutral conductor are available separately. The bodies of electrical equipment and consumers, including the additional protective equipotential bonding, are connected directly, through protective earthing conductor connections, straight to the neutral points of the supply grid transformers.

2.5 Auxiliary power of the wind turbine

The auxiliary low voltage required by the wind turbine in stand-by mode and feed-in mode is requested by the following consumers:

- System control including main converter control
- 400 V/230 V auxiliary power of the main converter
- 230 V AC UPS supply including 24 V DC supply
- Yaw system
- Pitch system
- Auxiliary drives such as pumps, fans and lubrication units
- Heating and lighting
- Auxiliary systems such as service lift, obstacle lights

Long-term measurements show that the average annual base load of the low-voltage auxiliary power plant in WT feed-in operation is approx. 15 kW in the average 10-min average value and the maximum 10-min average value can reach up to 25 kW/32kVA. These values are already included in the power curves.
For locations with an average annual wind speed of 6.5 m/s approx. 10 MWh auxiliary consumption arise, however, this value is greatly dependent on location.

Auxiliary consumption is defines as the energy consumption of the WT from the grid for a period during which the WT does not supply current to the grid.

3. Options

Various options are available upon request as additional equipment for Nordex wind turbines.

The option of optional equipment must be coordinated with Nordex in advance.

4. Technical data

4.1 Technical design

Technical design	
Survival temperature (Design temperature)	NCV: -20°C to +45°C CCV: -40°C to +45°C
Operating temperature range of the Normal Climate Version	-20°C to +40°C[1)]
Operating temperature range of the Cold Climate Version	-30°C to +40°C[1)]
Stop	Standard: -20°C, restart at -18°C CCV: -30°C, restart at -28°C
Max. height above MSL	2000 m[1)]
Certificate	in accordance with IECRE-OD501 with IEC 61400 and DIBt 2012
Type	3-blade rotor with horizontal axis Up-wind turbine
Output control	Active single blade adjustment
Nominal power	up to 6220 kW[1)]
Rated power at wind speed (at an air density of 1.225 kg/m3)	Approx. 11.5 m/s
Operating speed range of the rotor	5.31 min^{-1} to 10.85 min^{-1}
Nominal speed	9.025 min^{-1}
Cut-in wind speed	3 m/s
Cut-out wind speed	20 m/s[2)]
Cut-back-in wind speed	19.5 m/s[2)]
Calculated service life	≥ 25 years

[1)] Nominal output is achieved depending on the power factor and the installation altitude up to defined temperature ranges.

[2)] Depending on the project, the cut-out wind speed can be decreased to safeguard the structural stability.

4.2 Towers

Towers	TS112-00	TS142-00	TCS179-00
Hub height*	112.0 m	142.0 m	179.0 m
Tower type	Tubular steel tower		Hybrid tower
Wind class	IEC B DIBt B	IEC S	IEC S DIBt S
Surface finish	Color system coating		**

* Includes foundation height above ground level

** Steel section: Color system coating; Concrete part: Fair-faced concrete

4.3 Rotor and rotor blades

Rotor	
Rotor diameter	175.0 m
Swept area	24053 m^2
Nominal power/area	259 W/m^2
Rotor shaft inclination angle	5 °
Blade cone angle	5.5 °

Rotor blade	
Material	fiber glass and carbon fiber reinforced plastic
Total length	85.7 m

Rotor hub	
Material of the rotor hub body	Casting
Material spinner	glass-fiber reinforced plastic

4.4 Nacelle

Nacelle	
Support structure	welded steel structure
Cladding	glass-fiber reinforced plastic
Machine frame	Casting
Generator frame	welded steel construction

4.4.1 Rotor shaft

Rotor shaft / rotor bearing	
Type	Forged hollow shaft
Material	42CrMo4 or 34CrNiMo6
Bearing type	Spherical roller bearing
Lubrication	Regularly using lubricating grease

4.4.2 Brake and gearbox

Mechanical brake	
Type	Actively actuated disk brake
Location	On the high-speed shaft
Number of brake calipers	1
Brake pad material	Organic pad material

Gearbox	
Type	Multi-stage planetary gear + spur gear stage
Gear ratio	50 Hz: i = 130 60 Hz: i = 156
Lubrication	Forced-feed lubrication
Oil quantity including cooling circuit	max. 800 l
Oil type	VG 320
Max. oil temperature	Approx. 77 °C
Oil change	Change, if required

4.4.3 E-chain hoist and crossbeam

E-chain hoist and lifting beam	
Electrical chain hoist max load	 Min. 850 kg
Crossbeam max load	Sliding trolley to accommodate a manual chain hoist 1000 kg

4.5 Electrical system

Electrical system *	
Nominal power P_{nG}	6220
Nominal voltage	3 x AC 950 V ± 10% (specific to grid code)
Nominal current during full reactive current feed-in I_{nG} at S_{nG}	4414 A
Nominal apparent power S_{nG} at P_{nG}	7263 kVA
Frequency	50 and 60 Hz

*) All data are maximum values. The values may deviate depending on the rated voltage, rated apparent power and WT active power.

4.5.1 Transformer

Transformer*	**50 Hz**	**60 Hz**
Total weight	approx. 10 t	
Insulation medium	Ester	
Rated voltage OV, U_r	950 V	
Maximum rated voltage OS, dependent on MV grid, U_r	20 kV/30 kV/34 kV	
Taps, overvoltage side	20 kV and 30 kV: + 4 x 2.5% 34 kV: + 4 x 0.5 kV	
Grid voltage OS	20; 20.5; 21; 21.5; 22 kV 30; 30.75; 31.5; 32.25; 33 kV 34; 34.5; 35; 35.5; 36 kV	
Rated frequency, f_r	50 Hz	60 Hz
Vector group	Dy5	
Installation altitude (above MSL)	Up to 2000 m	
Rated apparent power, S_r	7800 kVA	
Impedance voltage, U_z	9% ± 10 % tolerance	
Minimum peak efficiency index, η, (EU) 2019/1783, 548/2014	99.590%	–
Inrush current	≤ 5.5 x I_N (peak value)	
Power loss[1)] No-load losses Short circuit losses	 3050 W 80000 W	 4300 W 80700 W

*) The values are, if not specified otherwise, maximum values. The values may deviate depending on the rated voltage, rated apparent power and WT active power.

1) Guide values

4.5.2 Medium-voltage switchgear

Medium-voltage switchgear	
Rated voltage (dependent on MV grid)	24; 36; 38 or 40.5 kV
Rated current	50 Hz: 630 A 60 Hz: 600 A
Rated short-circuit duration	1 s
Rated short circuit current	24 kV: 16 kA (20 kA optional) 36/38/40.5 kV: 20 kA (25 kA optional)
Minimum/maximum ambient temperature during operation	NCV: -25°C to +40°C
	CCV: -30°C to +40°C
Connection type	External cone type C according to EN 50181 USA: External cone type E according to IEEE 386
Circuit breaker	
Number of switching cycles with rated current	E2
Number of switching cycles with short-circuit breaking current	E2
Number of mechanical switching cycles	M1
Switching of capacitive currents	Min. C1 - low
Switch disconnector	
Number of switching cycles with rated current	E3
Number of switching cycles with short-circuit breaking current	E3
Number of mechanical switching cycles	M1
Disconnector	
Number of mechanical switching cycles	M0
Ground switch	
Switching number with rated short-circuit inrush current	E2
Number of mechanical switching cycles	≥ 1000

4.5.3 Generator

Generator	
Type	6-pole doubly-fed induction machine
Degree of protection	IP 54 (slip ring box IP 23)
Nominal voltage	950 V
Frequency	50 and 60 Hz
Speed range	50 Hz: 650 to 1500 min^{-1} 60 Hz: 780 to 1800 min^{-1}
Poles	6
Weight	approx. 13.5 t

4.6 Cooling system

Cooling system	
Gearbox	
Type	Oil circuit with oil/water heat exchanger and thermal bypass
Filters	Coarse filter 50 µm / fine filter 10 µm / ultrafine filter <5 µm
Generator	
Type	Water circuit with water/air heat exchanger and thermal bypass
Coolant	Water/glycol-based coolant
Converter	
Type	Water circuit with water/air heat exchanger and thermal bypass
Coolant	Water/glycol-based coolant
Transformer	
Coolant	Water/glycol-based coolant
Cooling circuit	Ester circuit with ester/water heat exchanger

4.7 Pitch system

Pitch system	
Pitch bearing	Double-row four-point contact bearing
Gearing/raceway lubrication	Regular lubrication with grease
Drive	Electric motors incl. spring-loaded brake and multi-stage planetary gear
Emergency power supply	Batteries

4.8 Yaw system

Yaw system	
Yaw bearing	Double-row four-point contact bearing
Gearing/raceway lubrication	Regular lubrication with grease
Drive	Electric motors incl. spring-loaded brake and four-stage planetary gear
Number of drives	6 to 8
Yaw speed	Approx. 0.4 °/s

4.9 Corrosion protection

Corrosion protection*	Inside	Outside
Nacelle	C3	C4
Hub, including material spinner	C3	C4
Tower	C3	C4
Steel sections	Color system coating	Color system coating
Concrete components	Fair-faced concrete	Fair-faced concrete

* Categories of corrosion protection according to ISO 12944-2

4.10 Automation systems

Automation system	
Field bus system	Profinet
Safe fieldbus system	Profisafe via Profinet
Turbine control	Profinet system control
Safety control	Integrated safety control

© 2023 by Nordex Energy SE & Co. KG

3. Subestación elevadora 66/30 kV

IMEFY
SPAIN



We Transform energy

Transformadores de potencia

Hasta 160 MVA | Hasta 245 kV



Interior de las instalaciones de IMEFY en España

Algunos de Nuestros Clientes:



Introducción

Desde su fundación en 1973 como empresa dedicada a la fabricación de transformadores de distribución en líquidos dieléctricos, IMEFY, ha tenido una trayectoria de continuo desarrollo, tanto tecnológico como de expansión, convirtiéndose en referente mundial como fabricante de una amplia gama de transformadores, que incluye:

- Transformadores de potencia medianos sumergidos en líquidos dieléctricos desde una potencia de 10kVA y nivel de aislamiento 1,1kV hasta una potencia de 40MVA y nivel de aislamiento 36kV.
- Transformadores de potencia grandes sumergidos en líquidos dieléctricos hasta una potencia de 160MVA y nivel de aislamiento de 245kV.
- Transformadores encapsulados en resina epoxi (seco) desde una potencia de 50kVA y nivel de aislamiento 1,1kV hasta una potencia de 6MVA y nivel de aislamiento de 36kV.

Todos los transformadores son diseñados y fabricados de acuerdo a los requisitos de alcance legal, como el Reglamento Europeo Nº 548/2014 de la CE 21/05/2014 (ECODESIGN), de alcance normativo como la IEC 60076, normas ANSI aplicables, etc., y especificaciones particulares de clientes.

Uno de los sellos distintivos de IMEFY es la consecución de altos estándares de calidad y fiabilidad en toda su gama de fabricación disponiendo para ello, de personal cualificado, de alta tecnología para el diseño, fabricación y control de proceso y producto terminado en sus laboratorios de ensayos y del servicio post-venta para el seguimiento en la satisfacción del cliente.

Todo lo expuesto, unido a una política interna de respeto al Medio Ambiente y la sostenibilidad, así como la priorización en el bienestar y salud laboral de nuestro personal, ha conseguido que el GRUPO IMEFY obtenga el reconocimiento y confianza de sus clientes permitiendo la expansión a los 5 continentes.

El GRUPO IMEFY cuenta con las siguientes Compañías que lo conforman:

- IMEFY SPAIN, situada en la localidad de Los Yébenes, como sede central, y fábrica de toda la gama de transformadores.
- IMEFY ITALY, con sede en Arezzo, fabrica transformadores encapsulados en resina epoxi.
- IMEFY POLSKA, con sede en Świebodzice es el distribuidor y representante de los transformadores marca IMEFY para dar cobertura a Europa del Este.
- EUROMATEL, con sede en Oporto es el distribuidor y representante de los transformadores marca IMEFY para dar cobertura a Portugal y PALOP´s.

Atendiendo a las diferentes tipologías de transformadores de potencia, IMEFY, tiene la capacidad, los medios y la experiencia para fabricar Transformadores y Auto-transformadores, tanto monofásicos a dos y tres columnas, como trifásicos a tres y cinco columnas destinados a aplicaciones como:

- Distribución.
- Generación.
- Tracción.
- Rectificadores.
- Hornos.
- Huecos de tensión, etc.

Cualquiera de estas tipologías de transformadores o auto-transformadores puede disponer de:

- Conmutador en vacío (lineales o rotativos).
- Conmutador bajo carga con tecnologías de conmutación bajo vacío o en aceite y con configuración positiva (regulación fina o regulación gruesa más fina) o configuración en inversión.

Por ultimo IMEFY, atendiendo al Plan Estratégico de su organización, MANTIENE su sistema de gestión y calidad basado en la MEJORA CONTÍNUA, apoyándose en los pilares de la VOZ DEL CLIENTE, el ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS y el DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS (I+D+i)..

Diseño

El diseño es el primer y más crítico hito para el inicio de la construcción de un transformador de potencia.

Para la realización del mismo es necesario el estudio minucioso de los requisitos para el adecuado reconocimiento de los parámetros fundamentales del transformador a construir.

El diseño consta de varias partes totalmente identificadas e interrelacionadas entre sí. Así tenemos:

- Diseño electromagnético.
- Diseño térmico.
- Diseño mecánico.
- Nivel de ruido.

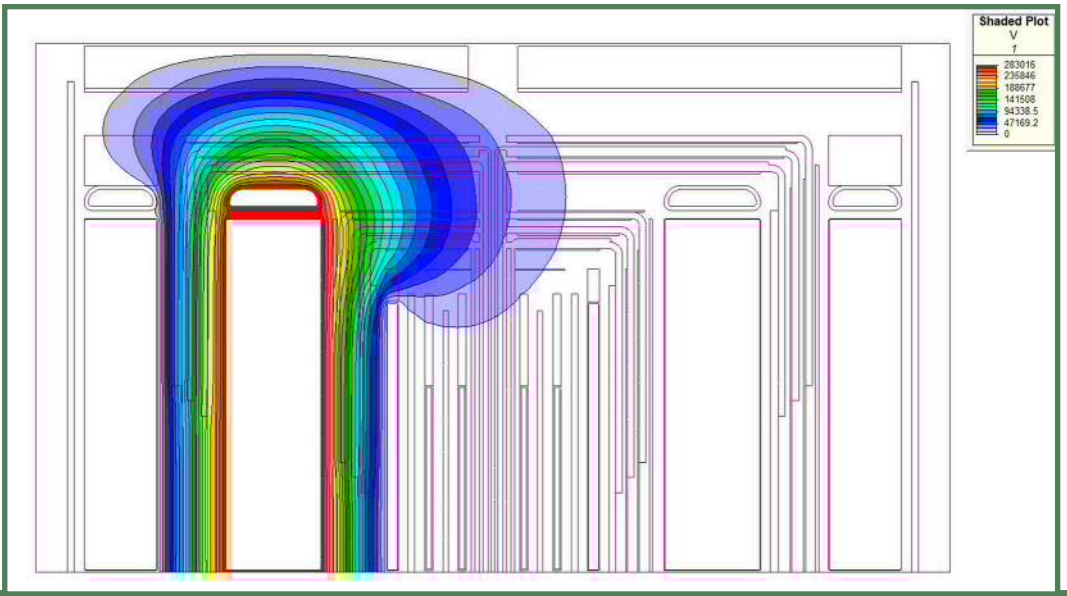
Diseño electromagnético

En primer lugar se identifican los parámetros fundamentales como son:

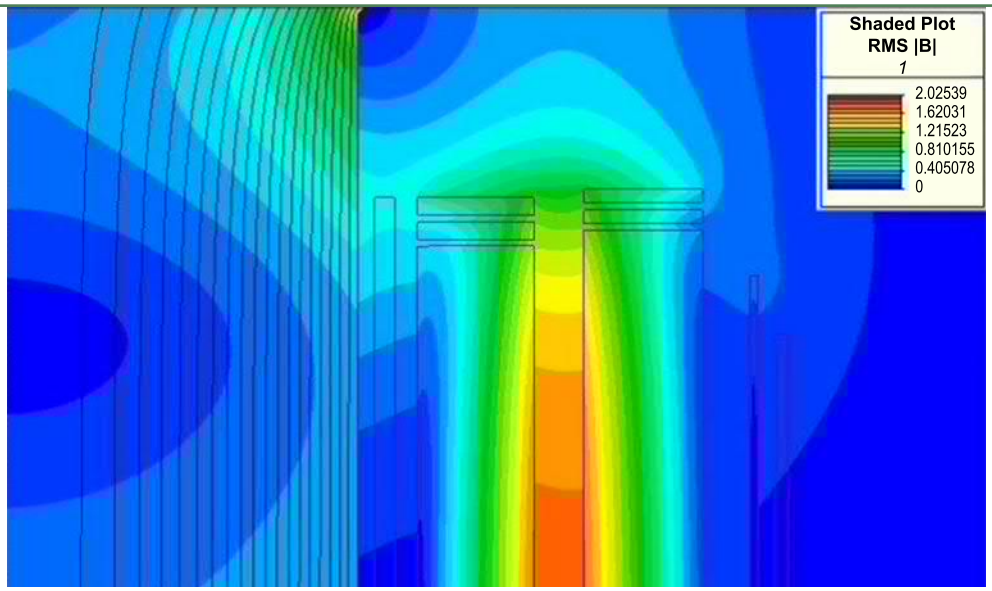
- Potencia.
- Relación de transformación.
- Impedancia de cortocircuito.
- Pérdidas en vacío.
- Pérdidas en carga, etc.

Una vez identificados y conseguidos estos parámetros es necesario la realización del análisis del comportamiento dieléctrico mediante el estudio de los siguientes fenómenos:

- Comportamiento de la parte activa ante los diferentes ensayos a superar analizando la distribución del campo eléctrico y fenómenos dieléctricos en los materiales utilizados.
- Estudio de sobretensiones transferidas entre arrollamientos y efectos de las mismas.
- Estudio de distribución de tensión entre las diferentes partes de los arrollamientos en los casos de impulsos tipo descargas atmosféricas, etc.



Análisis dieléctrico por método de elementos finitos (FEM)

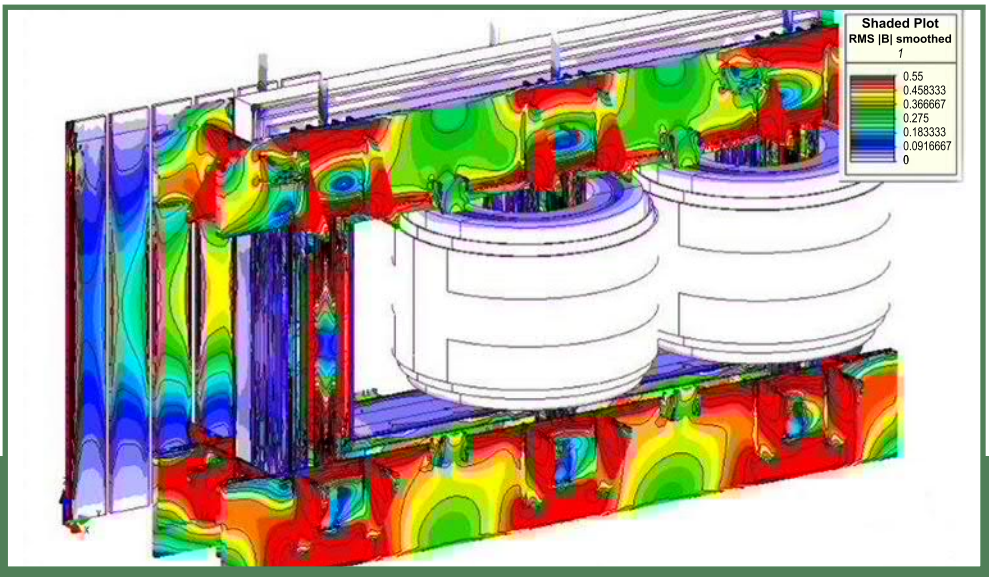


Análisis electromagnético 2D (FEM)

Con todo esto conseguimos, la definición de la geometría del transformador, tipología de los arrollamientos, materiales y disposiciones ideales.

De forma simultánea se realizan los análisis del comportamiento electromagnético. Así tenemos:

- Estudio del comportamiento del circuito magnético y distribución del flujo magnético en el transformador.
- Estudio de pérdidas adicionales en los arrollamientos y distribución en los mismos (enlazado con diseño térmico).
- Estudio de pérdidas suplementarias en partes metálicas y necesidades de cambio de tipología de material y disposiciones de las mismas (enlazado con diseño térmico).
- Estudio de puntos calientes en arrollamientos (enlazado con diseño térmico).
- Comprobación de aptitud térmica de la cuba (enlazado con diseño térmico).
- Estudio de esfuerzos en los arrollamientos y partes estructurales internas debido al cortocircuito (monofásico, bifásico, trifásico) en el transformador, asegurando la aptitud sobre el mismo (enlazado con diseño mecánico).



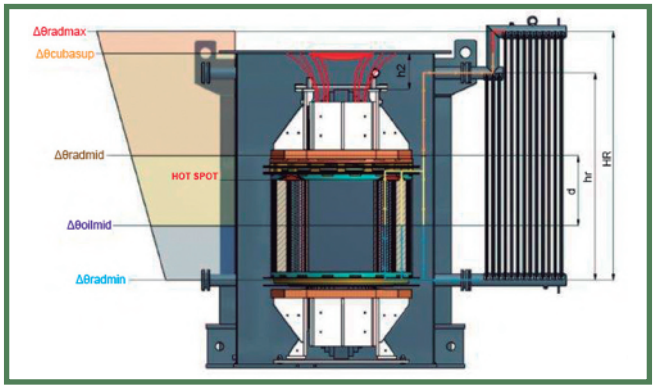
Análisis electromagnético 3D (FEM)

Diseño térmico

Se realiza una vez definido y estudiado el diseño electromagnético.

El análisis del diseño térmico considera:

- Cálculo de sobre-temperatura de los conductores sobre el líquido refrigerante.
- Cálculo de la distribución térmica del líquido refrigerante en el tanque y extracción del gradiente medio sobre el ambiente.
- Cálculo y dimensionado del sistema de refrigeración en las siguientes posibilidades de configuración:

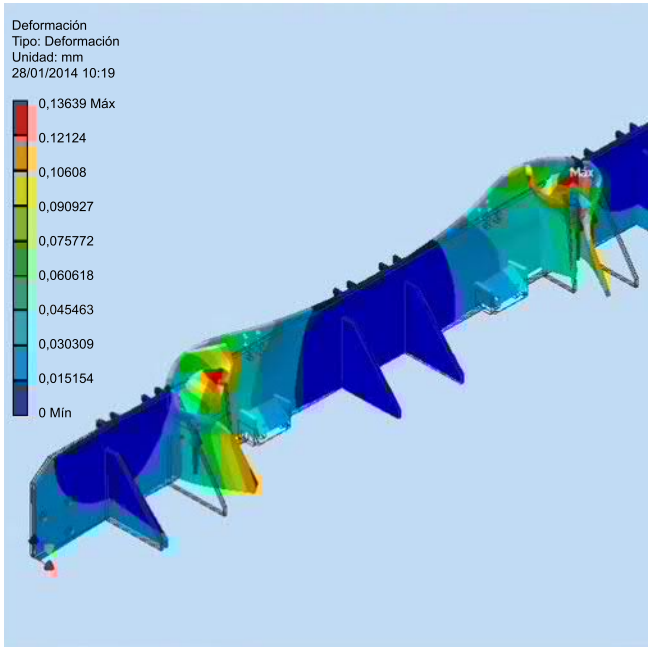


Análisis térmico

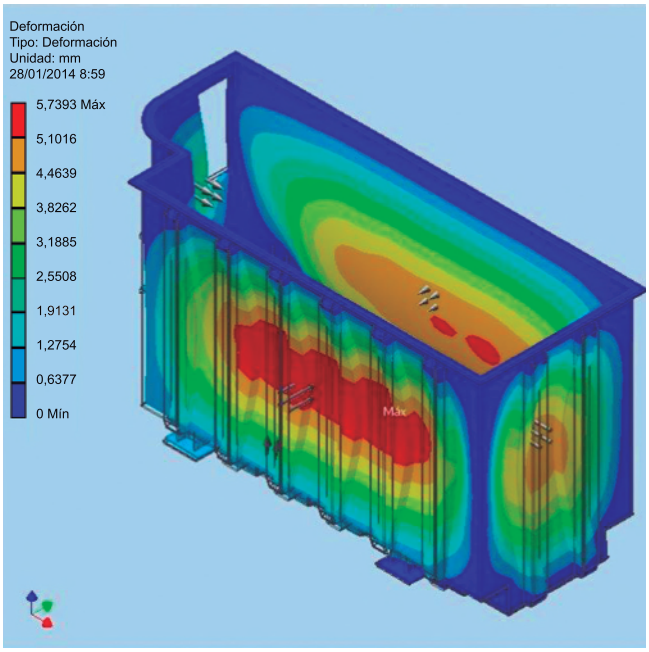
	1ª letra	2ª letra	3ª letra	4ª letra
	Medio de refrigeración que está en contacto con los devanados.		Medio de refrigeración que está con el sistema de refrigeración externo.	
Designación	Tipo de medio	Tipo de refrigeración	Tipo de medio	Tipo de refrigeración
ONAN	(ON)	Refrigeración de aceite natural	(AN)	Refrigeración de aire natural (Radiadores)
ONAF	(ON)	Refrigeración de aceite natural	(AF)	Refrigeración por aire forzado (refrigeradores con ventilador, radiadores, ventiladores)
KNAN	(KN)	Refrigeración de éster natural o sintético natural	(AN)	Refrigeración de aire natural (Radiadores)
KNAF	(KN)	Refrigeración de éster natural o sintético natural	(AF)	Refrigeración por aire forzado (refrigeradores con ventilador, radiadores, ventiladores)
OFAN	(OF)	Refrigeración de aceite forzada (Bombas de aceite)	(AN)	Refrigeración de aire natural (Radiadores)
OFAF	(OF)	Refrigeración de aceite forzada (Bombas de aceite)	(AF)	Refrigeración por aire forzado (refrigeradores con ventilador, radiadores, ventiladores)
ODAF	(OD)	Refrigeración de aceite dirigida (Bombas de aceite)	(AF)	Refrigeración por aire forzado (refrigeradores con ventilador, radiadores, ventiladores)
OFWN	(OF)	Refrigeración de aceite forzada (Bombas de aceite)	(WN)	Refrigeración de agua natural (Intercambiador de agua)
OFWF	(OF)	Refrigeración de aceite forzada (Bombas de aceite)	(WF)	Refrigeración de agua forzada (Intercambiadores, bombas de agua)

*** LEYENDAS:** O - Aceite / K - Éster sintetico / A - Aire / W - Agua / N - Natural / F - Forzado / D - Dirigida

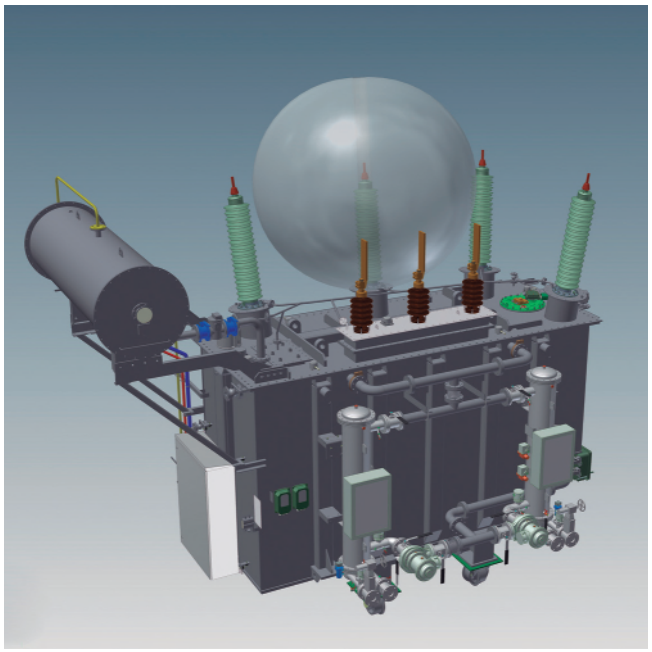
Diseño Mecánico



Análisis estructural armaduras (FEM)



Análisis estructural tanque (FEM)



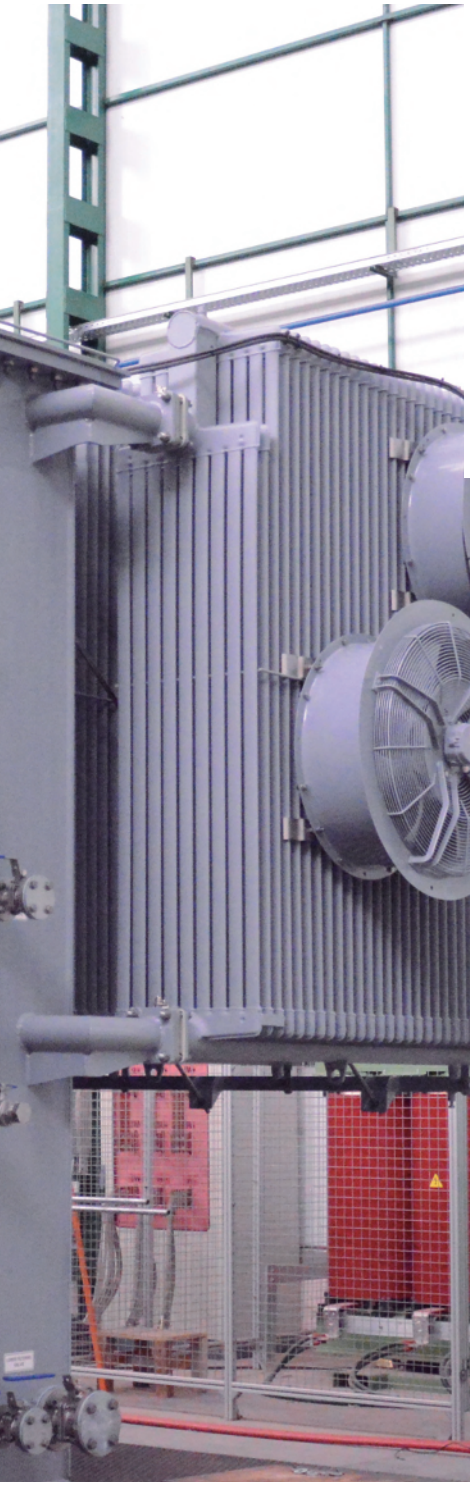
Comprobación distancias mínimas de aislamiento en el aire

Se realiza una vez definidos y estudiados los diseños electromecánico y térmico, pudiendo así analizar y desarrollar:

- Diseño y comprobación mediante herramientas de elementos finitos (en adelante FEM) de armaduras internas considerando la minimización de pérdidas suplementarias y asegurando la aptitud ante el cortocircuito del transformador.
- Diseño y comprobación FEM del tanque y sus elementos estructurales ante vacío y sobre-presión, así como radiadores y elementos de elevación.
- Comprobación de interferencias: ensamblajes, distancias eléctricas al aire, etc.



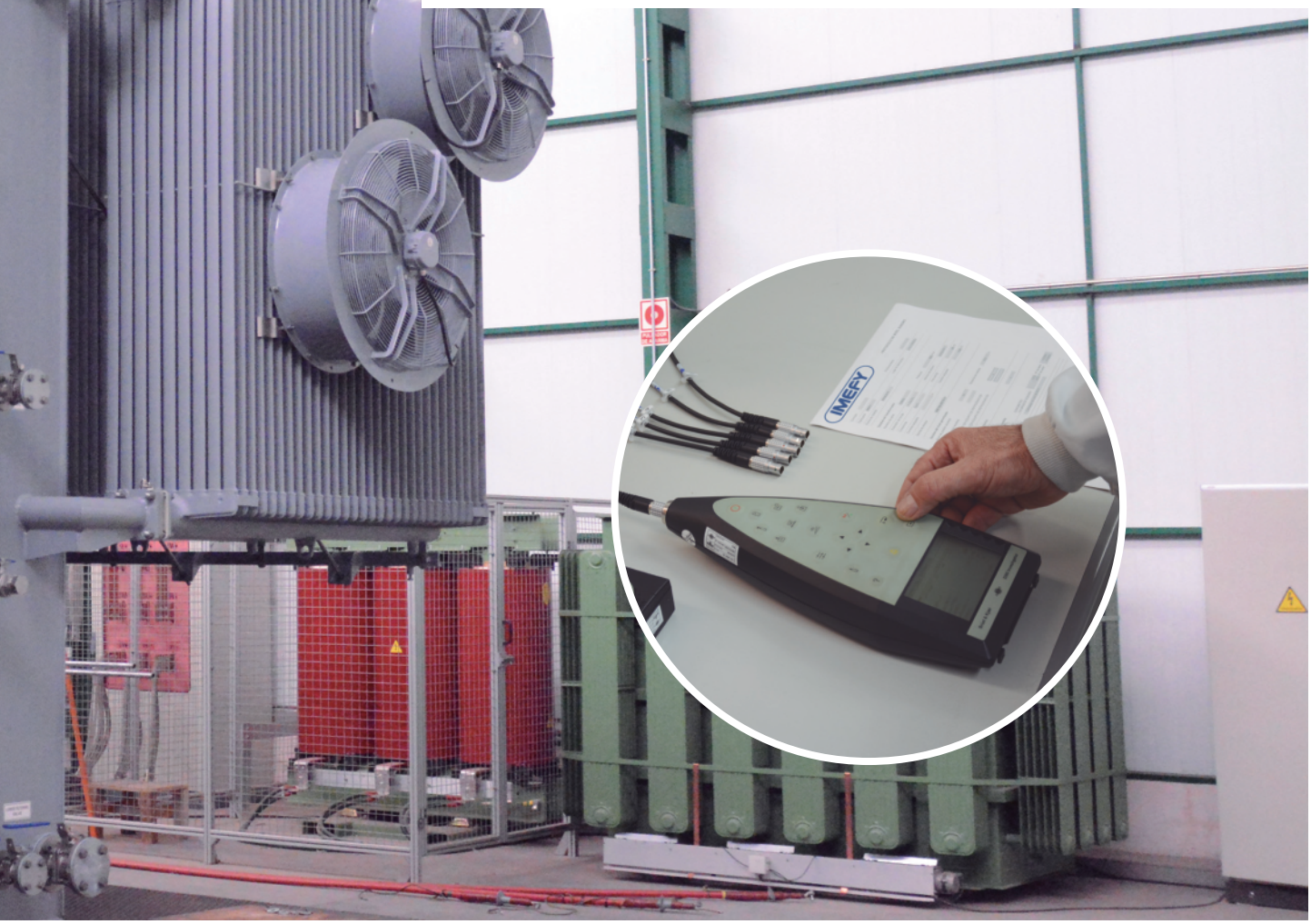
Laboratorio de Potencia (IMEFY Spain)



Nivel de ruido

Una vez finalizado el diseño mecánico y teniendo en cuenta el sistema de refrigeración considerado, se procede a la verificación del cumplimiento del nivel de ruido solicitado, atendiendo a los siguientes factores:

- Geometría, método de fabricación y calidad del circuito magnético.
- Inducción de trabajo del transformador.
- Nivel de ruido de elementos exteriores relativos a sistemas de refrigeración como ventiladores, bombas, etc.
- Altura y perímetro del transformador.



Fabricación

Terminado el diseño global y contando con las especificaciones adecuadas de cada componente se inicia el desarrollo de la fabricación atendiendo a los siguientes hitos:

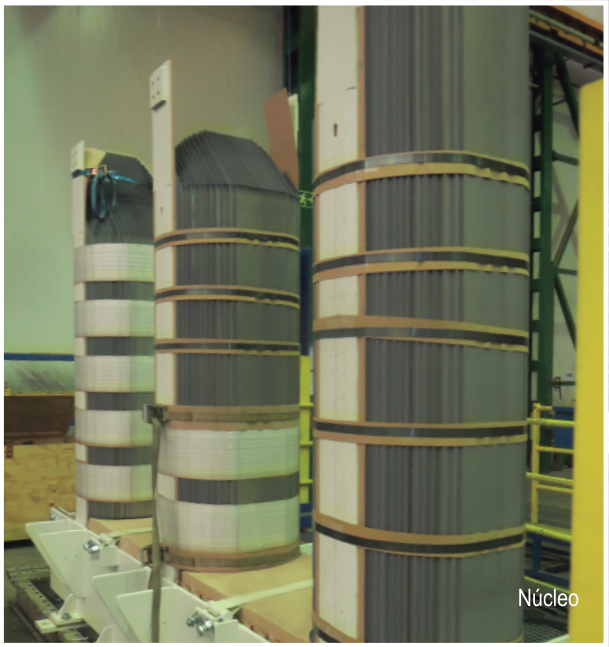
- Núcleo
- Bobinados
- Montaje
- Tratamiento de la parte activa.
- Llenado, tratamiento e impregnación con líquido dieléctrico.
- Operaciones finales.

Núcleo

El núcleo magnético está construido con dos, tres o cinco columnas de sección circular y culatas planas.

Está fabricado con chapa de acero al silicio de grano orientado, laminado en frío de bajas pérdidas específicas.

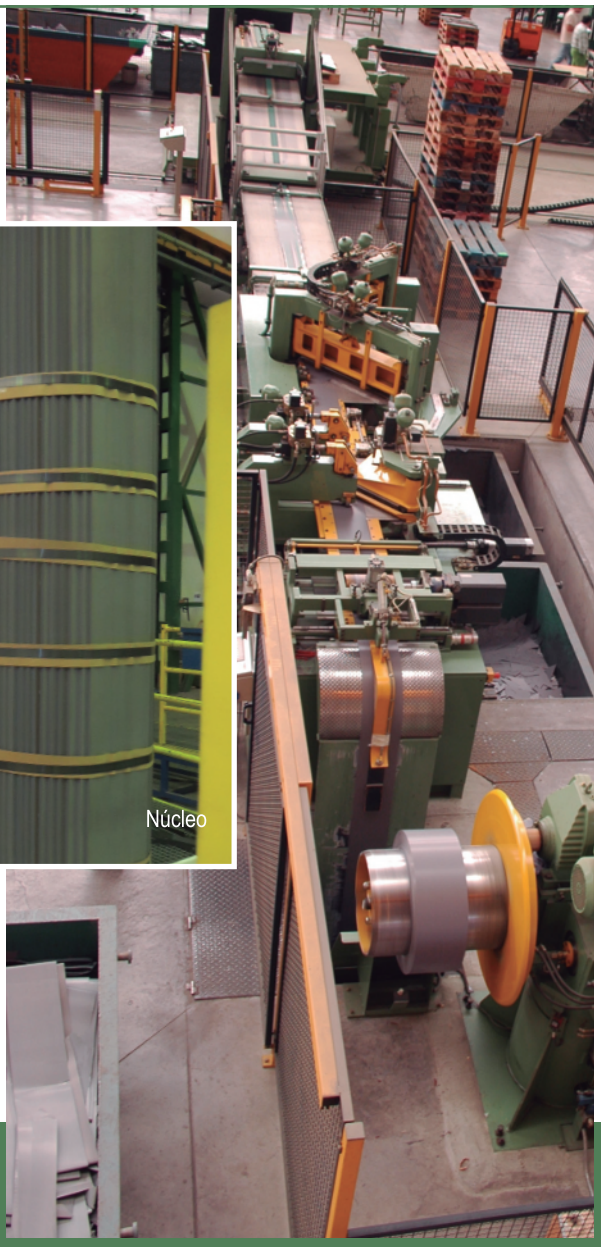
El sistema elegido para el montaje del núcleo es el conocido como step-lap a fin de reducir al mínimo, tanto las pérdidas como la corriente de vacío y contribuir durante el funcionamiento del transformador a reducir el nivel de ruido.



Núcleo

Para ello, se dispone de máquinas de corte de chapa magnética de alta precisión con sistemas automáticos de control.

Los núcleos magnéticos se disponen en armaduras metálicas diseñados para soportar las solicitaciones mecánicas debidas a posibles esfuerzos de cortocircuito, así como mantener la correcta posición del circuito magnético con el fin de reducir el nivel sonoro y al mismo tiempo para mitigar el efecto del flujo de dispersión de la parte activa sobre los mismos.



Máquina de corte de chapa magnética

Bobinados

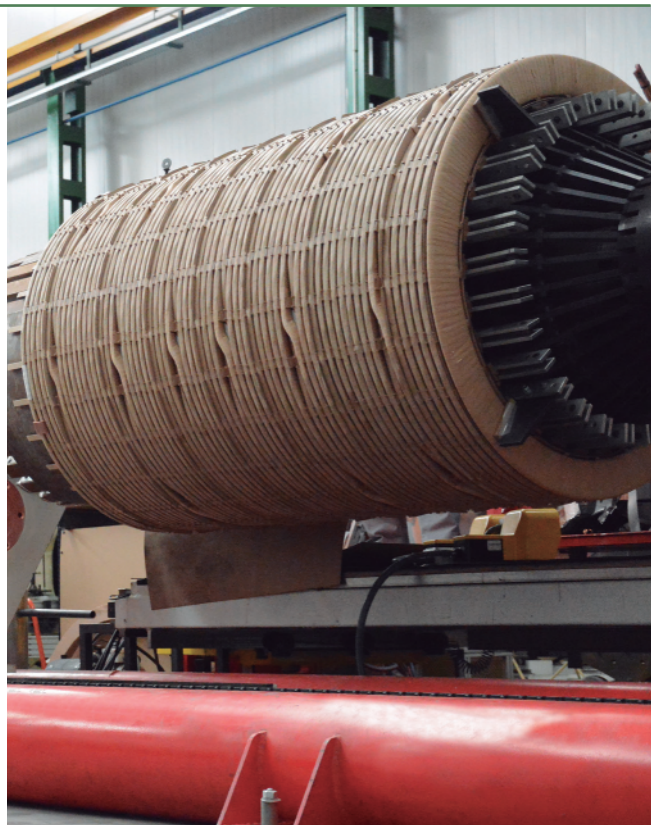
Los arrollamientos del transformador, primario, secundario y posible terciario, pueden estar formados cada uno, por uno o más bobinados pudiendo ser construidos cada uno de ellos con las siguientes metodologías:

- Hélice continúo
- Hélice interleaved
- Hélice con distanciadores radiales
- Capas
- Capa con distanciadores radiales
- Disco continuo
- Disco interleaved
- Disco con separadores axiales.

La materia prima que se utiliza para la fabricación de los bobinados es de cobre, así como aislantes de primera calidad preservados adecuadamente en una sala climática con la temperatura y humedad controladas. La materia prima puede atender a las siguientes disposiciones:

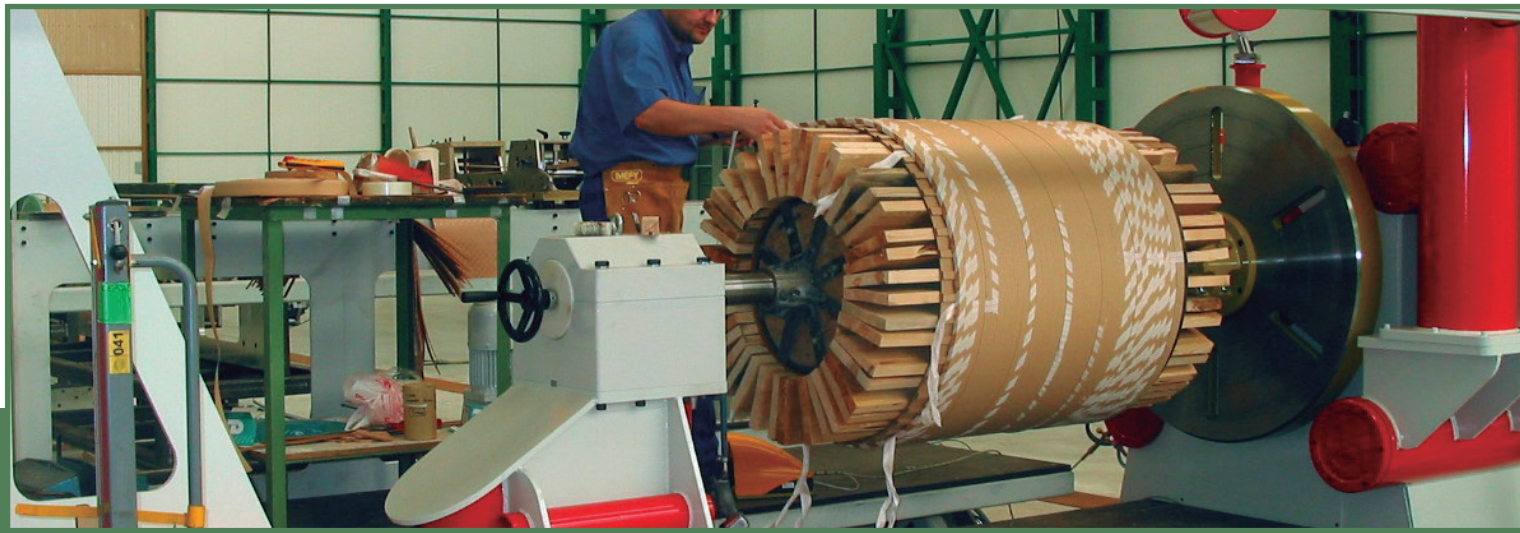
- Pletina sencilla (Single)
- Cable binado (Twin)
- Cable ternado
- Cable transpuesto (CTC)

Para la fabricación de estos bobinados IMEFY dispone de máquinas bobinadoras con mandriles extensibles capaces de voltear bobinas de hasta 2000mm de diámetro y 3000mm de longitud. Cada una de ellas incorpora bastidores para fijación de carretes de materia prima con hasta 32 ejes con sus respectivos frenos independientes y correcto tensionado de los conductores, muy útil para realizar bobinados de regulación en hélice interleaved.



Bobina de B.T. en disco continuo

Maquina bobinadora de potencia





Cámara climática



Montaje

Una vez finalizadas las operaciones de montaje de circuito magnético (salvo culata superior) y realizadas todas las bobinas de los arrollamientos, se procede de la siguiente forma secuencial:

- Montaje de los bobinados siguiendo las pautas operativas de las especificaciones técnicas y asegurando siempre que el material aislante esté en las condiciones climáticas de humedad y temperatura adecuadas en el momento del montaje, extrayendo el material de la cámara climática.



Tratamiento mecánico



Parte activa del transformador

- Tratamiento térmico y mecánico de bobinado y fases completas simultaneo, para alcanzar las dimensiones nominales calculadas y asegurar el correcto comportamiento de las mismas ante el cortocircuito.

- Preparación del circuito magnético para recibir las fases completas en sus columnas.

- Una vez introducidas las bobinas en las columnas se procede al cierre superior del circuito magnético, posterior montaje de la tapa del transformador y por ultimo al conexionado interno del mismo, atendiendo a especificación técnica completa precisa y sometido a un seguimiento y control exhaustivo.



Vapour Phase

Tratamiento de la parte activa

Finalmente y validada la parte activa es necesario extraer la humedad del sistema aislante de la misma; para ello IMEFY dispone de una planta de secado mediante impregnación por queroseno a altas temperaturas y bajas presiones (Vapour Phase).

El tratamiento del sistema Vapour Phase consiste en fases alternativas de calentamiento (hasta 125ºC) y evaporación (hasta 20 milibares aproximadamente) que extraen junto al queroseno, el agua de la parte activa, realizando un control continuo de la cantidad extraída por peso de aislante y tiempo.

Los parámetros que afectan al sistema de secado Vapour Phase son:

- Potencia del transformador (tamaño).
- Nivel de aislamiento.
- Peso del aislante.
- Configuración y geometría del transformador.

Extraída la parte activa de la planta de tratamiento de secado (Vapour Phase) se lleva a cabo el reapretado de la misma en base a las solicitaciones previstas para el transformador ante un cortocircuito.

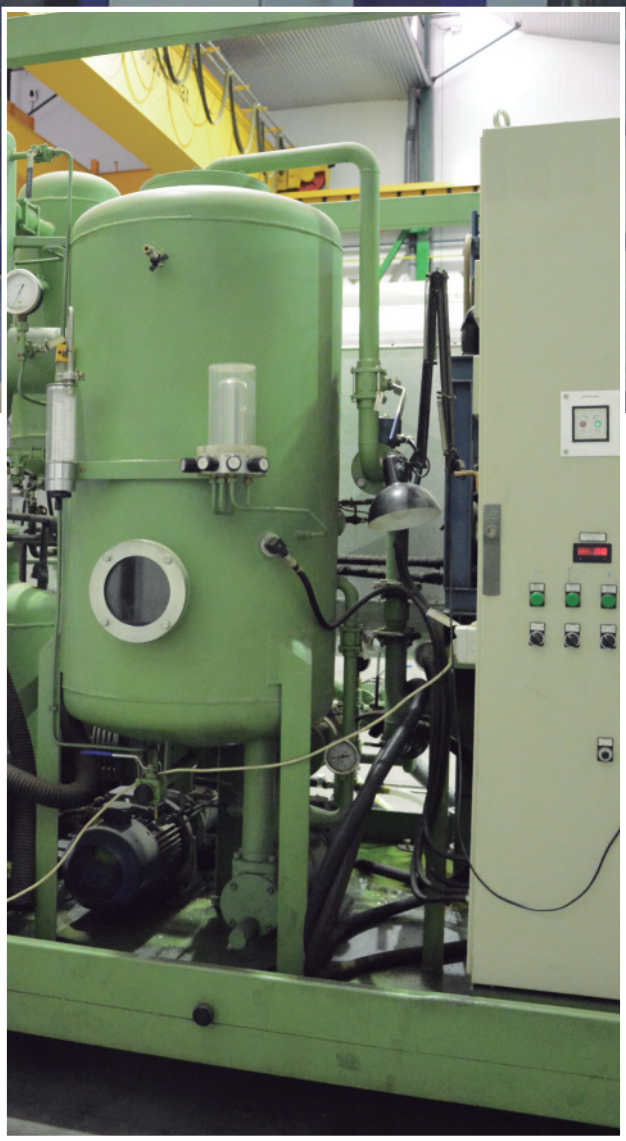


Tratamiento en Vapour Phase

Una vez realizado el reapretado de la parte activa las siguientes comprobaciones finales son:

- Pares de apriete.
- Resistencia del aislamiento del circuito magnético-armaduras.
- Inspección visual.

Después se procede al encubado de la parte activa en el tanque que ha sido previamente habilitado para ello.



Tratamiento líquido dieléctrico

Llenado, tratamiento e impregnación con líquido dieléctrico

Una vez encubado y sellado la parte activa se somete al tanque a vacío absoluto. Una vez estabilizado el vacío se procede al llenado del transformador con el líquido dieléctrico que aplique en estas condiciones.

El líquido dieléctrico es sometido a un tratamiento de filtrado hasta conseguir los parámetros adecuados que están definidos en especificación.

Terminada la fase de tratamiento de líquido dieléctrico se somete al transformador a un proceso de impregnación acelerada que consiste en someterlo a una presión de dos veces su altura durante un tiempo establecido.

Operaciones finales

El último paso en la conclusión del transformador es la finalización del montaje de accesorios y protecciones y su adecuado conexionado al armario de centralización de señales.

Una vez realizados estos trabajos el transformador queda listo para introducir en la plataforma de ensayos.

Control de materias primas

IMEFY dispone de la metodología necesaria para la gestión de la recepción de la materia prima a fin de garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas previamente establecidas.



Análisis cromatográfico de gases



Análisis para la determinación humedad líquido dieléctrico



Análisis para la determinación rigidez dieléctrica líquido dieléctrico

Bornas

Los transformadores de potencia pueden incorporar bornas con los siguientes tipos de conexiones:

- Convencionales (pasatapas abierto).
- Enchufables (pasatapas enchufable).

Los materiales empleados para su fabricación son los siguientes:

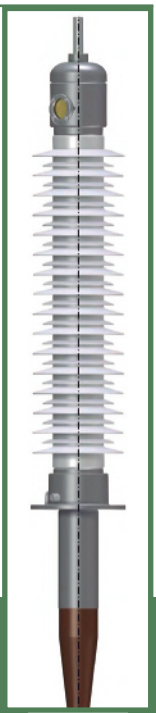
- Seco (encapsulados en resina): enchufable.
- Porcelana.
- Polimérica.



Borna doble o cuadruple enchufable



Borna porcelana



Borna polimérica

Accesorios principales

La mayor parte de los accesorios instalados en un transformador de potencia, tienen como objeto la protección del mismo frente a situaciones de riesgo relacionadas con:

- Aumento excesivo de temperatura aceite o devanados: para proteger al transformador se utilizan frecuentemente dispositivos como:
  - Termómetro.
  - Termostato.
  - Imagen térmica.
  - Sistemas de medición directa de temperatura en los arrollamientos mediante sondas de fibra óptica.
- Aumento de presión en el interior del tanque principal o en cuerpo del conmutador en carga: las protecciones habituales son:
  - Válvula sobre-presión tanque principal.
  - Posibilidad de montaje válvula sobre-presión para cuerpo conmutador en carga (siempre protegido por membrana mecánica).
- Exceso o defecto de nivel de aceite en el depósito conservador: para la protección de este riesgo lo habitual es utilizar:
  - Indicador de nivel magnético de líquidos dieléctricos.
- Preservación de grandes cantidades de gas en el interior del tanque principal o cuerpo del conmutador: las protecciones habituales son:
  - Relé Buchholz para tanque principal.
  - Relé RS-2001 para conmutador en carga.
- Aumento de humedad y/o generación nivel de gas: las protecciones habituales son:
  - Desecadores o des-hidratadores de humedad, tanto convencionales como de regeneración automática.
  - Dispositivos de monitorización continua de concentración de gases (metano, acetileno, etino, etano, hidrogeno, etc) y cantidad de agua.
  - Separadores flexibles para aislamiento total del líquido dieléctrico con respecto al ambiente.

Otros dispositivos, utilizados habitualmente en los transformadores de potencia con la finalidad de aumentar sus prestaciones tanto en el ámbito para la adaptación de condiciones a las instalaciones así como de la centralización de la señalización y seguimiento del mismo son:

- Dispositivos de centralización de alarmas y medidas de tensión e intensidad (transformadores de medida) para indicar a distancia u online.
- Equipo para la regulación automática de tensión a través de dispositivos conectados al conmutador en carga (AVR).
- Soportes para la colocación de protecciones auto-valvulares, así como suministros de los mismos cuando es necesario.
- Por último, todos los transformadores de potencia cuentan con un sistema de seguridad (línea de vida) según requisitos internos o especificaciones propias del cliente.

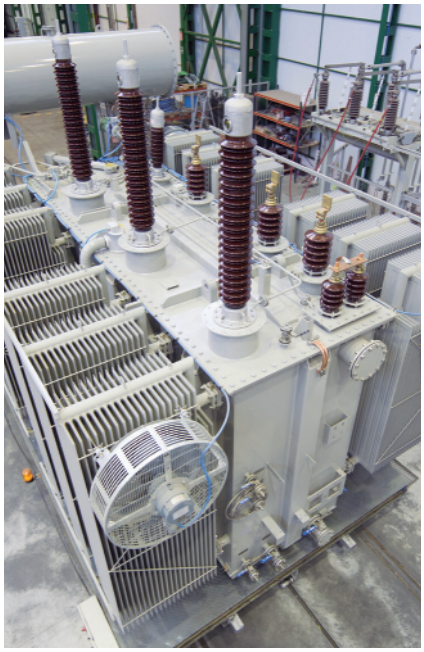


Temperatura del devanado



Conmutador en carga


Sistema de tensión aplicada


Plataforma para ensayos de potencia


Sistema de impulso tipo rayo

Ensayos

Individuales según IEC 60076

Ensayos efectuados sobre cada transformador tomado individualmente.

- Medida de la resistencia de los arrollamientos.
- Medida de la relación de transformador y verificación del grupo de conexión.
- Medida de la impedancia de cortocircuito y pérdidas debido a la carga.
- Medida de las pérdidas y de la corriente en vacío.
- Ensayo de tensión aplicada a frecuencia industrial.
- Ensayo de tensión inducida con medidas de las descargas parciales, cuando así se requiera.
- Ensayo de impulso tipo rayo Um>72,5kV.
- Ensayo de cambiador de tomas en carga, cuando así se requiera.
- Ensayo de comprobación de polaridad y relación de los TI.
- Ensayo del aislamiento del núcleo, cuba y vigas.
- Ensayo de funcionamiento de accesorios.
- Ensayo en vacío.
- Ensayo de aceite (dieléctrico).
- Comprobación dimensional (sobre plano).

Tipo según IEC 60076

Ensayos efectuados sobre un transformador que es representativo de otros transformadores para demostrar que estos cumplen con las condiciones especificadas que no son controladas por los ensayos individuales.

- Ensayo de calentamiento con medida termográfica.
- Ensayo dieléctrico de tipo:
  - ensayo de impulso Um≤ 72,5kV.
  - ensayo de impulso cortado en la cola.
  - ensayo de impulso tipo rayo cortado.
- Ensayo de tensión inducida de corta o larga duración, según características del transformador con medida de descargas parciales.
- Ensayo de la determinación del nivel de ruido.
- Ensayo de la pintura.
- Ensayo de sobrepresión.



Analizador FRA



Analizador capacidad y tg δ



Analizador resistencia de aislamiento

Especiales

Ensayos diferentes a un ensayo de tipo o un ensayo individual, definido por acuerdo entre fabricante y comprador.

- Determinación de capacidad de devanado a tierra y entre devanados.
- Medida del factor de potencia y capacidad del sistema (tg δ).
- Medida de la impedancia homopolar.
- Medida de la resistencia de aislamiento en los arrollamientos.
- Medida de FRA.
- Medida de los armónicos de corriente en vacío.
- Ensayo de punto de rocío.
- Medida de la potencia absorbida por ventiladores y bombas, si aplica.
- Medida termográfica durante el ensayo de calentamiento.
- Medida de la rigidez dieléctrica a 2.000V en el cuadro de conexiones.
- Medida de constante de tiempo en tensión de reabsorción.
- Medida de vibración en ventiladores.

Equipos de ensayo

El laboratorio de A.T. de IMEFY cuenta con los siguientes equipos para poder realizar los ensayos descritos anteriormente:

- Sistema de impulso hasta 1400kV.
- Sistema de tensión aplicada hasta 500kV.
- Sistema de generador-transformador para los ensayos de potencia, ensayo de vacío, cortocircuito, calentamiento, de 36 MVA de potencia activa más batería de condensadores, hasta 33MVA reactiva.
- Voltímetro clase 0´1 para medidas de potencia.
- Medidor de resistencias con medida de armónicos y relación de transformación.
- Analizador-medidor de FRA.
- Analizador-medidor de capacidad y tg δ.
- Analizador-medidor de resistencia de aislamiento.
- Analizador-medidor de T.I.



IMEFY aplica una política de continuo desarrollo a sus productos y se reserva el derecho a realizar cambios en las especificaciones y características técnicas sin previo aviso. El contenido del presente catálogo no tiene otro alcance que el simplemente informativo, sin valor de compromiso alguno. Para cualquier información, consulte con IMEFY.

IMEFY SPAIN

Industrias Mecano Eléctricas Fontecha Yébenes S.L. (IMEFY S.L.)
Polígono Industrial "La Cañada", Avenida Siglo XXI s/n, E-45470 Los Yébenes, Toledo (Spain)
T.: +(34) 925 32 03 00 | F.: +(34) 925 32 10 00 | imefy@imefy.com | www.imefy.com

Diseño: Departamento de Marketing y Comunicación de IMEFY S.L.

IMEFY CAT_ING_PT 02/2017

Interruptores de Tanque Vivo

Guía para el comprador



Superando las expectativas de los clientes - Interruptores tipo tanque vivo de ABB

ABB tiene más de un siglo de experiencia en el desarrollo, la prueba y fabricación de interruptores de alta tensión. A través de los años, nuestros interruptores han adquirido buena reputación gracias a su alta fiabilidad y larga duración, independientemente del clima o la situación geográfica.

ABB está introduciendo actualmente la tecnología del futuro para interruptores de alta tensión. Nuestro trabajo de diseño, con mejoras constantes y la simplificación de nuestros productos, ha dado como resultado interruptores de 550 kV sin condensadores de repartición; el Motor Drive con un sistema de servomotor que controla de forma precisa y monitoriza la operación de contacto y los interruptores LTB D con FSA1 que ofrecen una instalación rápida y sencilla en el emplazamiento.

Nuestro programa de desarrollo está destinado especialmente a proporcionar un valor agregado a nuestros clientes.

Gama de productos	Modelo	Tensión nominal máxima	Corriente nominal máxima	Corriente de corte nominal máxima
		(kV)	(A)	(kA)
Interruptor tipo LTB Diseño del interruptor de SF_6 Auto-Puffer™ Mecanismo(s) de operación para accionamiento por resorte o motor	LTB D1/B	170	3.150	40
	LTB E1	245	4.000	50
	LTB E2	550	4.000	50
	LTB E4	800	4.000	50
Interruptor tipo HPL Diseño del interruptor de SF_6 tipo puffer Mecanismo(s) de operación a resorte	HPL B1	300	4.000	63
	HPL B2	550	4.000	63
	HPL B4	800	4.000	63
Conmutación controlada	Switchsync™			
Monitoreo de condición	OLM2			
La información y las aplicaciones especiales que no se incluyen en esta Guía del usuario se ofertarán bajo pedido.				
Para más información sobre las Soluciones Configurables de Conmutadores de Alta Tensión con Interruptores SF_6 LTB y HPL - (es decir, Interruptores Extraíbles, Interruptores Seccionadores Combinados y Módulos de Entrada de Línea), consultar los folletos que se suministran por separado. Ver especialmente Buyer's and Application Guide, Compact air insulated HV switchgear solutions with Disconnecting Circuit Breaker. Catalogue publication 1HSM 9543 23-03en.				
Para más información sobre aplicaciones de conmutación controlada y relés Switcsync™ ver Controlled Switching, Buyer's Guide/Appplication Guide. Catalogue publication 1HSM 9543 22-01en.				

Interruptores tipo LTB D y LTB E

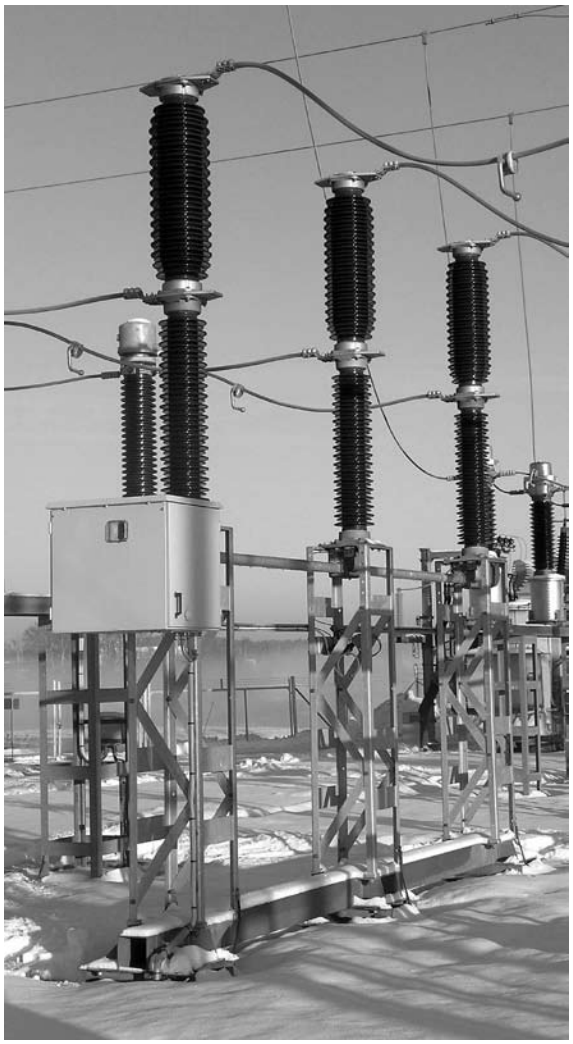
ABB fabricó los primeros interruptores de SF_6 con interruptores asistidos por arco a mediados de la década de los ochenta.

La energía requerida para interrumpir corrientes de cortocircuito se obtiene en parte del arco en sí, reduciendo significativamente la energía requerida del mecanismo de operación.

La menor energía de operación reduce intrínsecamente los esfuerzos mecánicos y aumenta la fiabilidad del interruptor.

Por muchos años, ABB ha utilizado mecanismos de operación con energía almacenada mecánicamente en resortes. Esta solución ofrece ventajas considerables dado que la energía está siempre disponible en los resortes tensados.

También hemos introducido la última tecnología para la operación de interruptores – Motor Drive.



Reseña de las características:	
Instalación	Exterior / Interior
Diseño	Interruptor SF_6 Auto-Puffer™ Mecanismos de operación a resorte o Motor Drive
Aislamiento	SF_6
Tensión nominal	Hasta 800 kV
Corriente nominal	Hasta 4.000 A
Corriente de corte	Hasta 50 kA
Corriente de corta duración	Hasta 50 kA/3 s
Aisladores	Material compuesto o Porcelana
Distancia de fuga	25 mm/kV tensión entre fases (Más larga bajo pedido
Condiciones de funcionamiento:	
Temperatura ambiente	-30 a +40 °C (Funcionamiento en temperaturas de -60 a +70 °C bajo pedido)
Altitud nominal	1.000 metros sobre el nivel del mar. (Mayores altitudes bajo pedido)
Tipo de funcionamiento	Monopolar o tripolar

Material
Los componentes de aluminio seleccionados (gabinetes de mecanismos, terminales de alta tensión, armarios) proporcionan un alto grado de resistencia a la corrosión, sin necesidad de protección adicional. Para uso en ambientes de exposición extrema, los interruptores LTB se pueden suministrar con una pintura de protección.

La estructura soporte y los tubos protectores para las barras de tracción son de acero galvanizado en caliente.

Aisladores
El interruptor LTB se suministra como estándar con aisladores que constan de porcelana marrón vidriada de alta calidad o aisladores de material compuesto (gris claro).
Bajo pedido, se puede suministrar LTB con porcelana color gris claro.

LTB está disponible como estándar con distancias de fuga largas.

Bajo pedido, se pueden ofertar distancias de fuga más largas.

En el capítulo P-1 se incluye más información sobre nuestros aisladores de material compuesto.

Resistencia mecánica
La durabilidad mecánica deja un margen de seguridad suficiente de resistencia al viento, y fuerzas estáticas y dinámicas de los conductores.

Rigidez de resistencia sísmica
Todos los interruptores LTB pueden, en sus versiones estándar, resistir aceleraciones sísmicas de hasta 3 m/s^2 (0,3 g) de acuerdo con las normas IEC 62271-300, y debajo 2,5 m/s^2 (0,25 g) de acuerdo con IEEE 693.

Para una aceleración mayor, ver el capítulo S-1 ”Capacidad de resistencia sísmica”.

Placas de características
Una placa de características, que incluye datos sobre el interruptor, está situada en el armario del mecanismo de operación. La placa de características es de acero inoxidable con texto grabado.

Mecanismo de operación
El interruptor es operado por mecanismo(s) de operación de resorte cargado por motor, que está instalado en un gabinete compacto a prueba de salpicaduras y resistente a la corrosión, adosado a la estructura.

Interruptores tipo LTB	Mecanismo de operación			
	BLK	BLG	FSA1	MD
LTB D 72,5 - 170 kV operación tripolar	X		X (máx 145 kV)	X
LTB D 72,5 - 170 kV operación monopolar	X		X	X
LTB E 72,5 - 245 kV operación tripolar		X		
LTB E 72,5 - 245 kV operación monopolar	X			
LTB E 420 - 800 kV operación monopolar		X		

En los capítulos F-1, G-1, H-1, I-1, L-1, M-1, N-1 y O-1 de esta Guía del usuario se incluye información más detallada sobre los mecanismos de operación.

Sistemas de sellado para volumen de SF_6
El sistema de sellado consiste en anillos tóricos dobles de caucho nitrilo en todas las juntas estáticas y anillos X dobles en todas las juntas dinámicas.

ABB ha utilizado este tipo de juntas en su interruptores durante más de 30 años con un excelente resultado de servicio en condiciones climáticas variadas.

La fuga de gas SF_6 es inferior a 0,5% por año.

Monitoreo de densidad de SF_6
Dado que la capacidad de interrupción depende de la densidad del gas SF_6, el interruptor LTB se suministra con monitores de densidad.
El monitor de densidad consiste en un presostato compensado por temperatura. Por lo tanto, la señal de alarma y la función de bloqueo son activadas únicamente si la presión cae debido a una fuga.
La versión estándar de LTB D para 72,5 - 170 kV tiene un monitor de densidad común para los tres polos.

Como alternativa, el LTB D se puede suministrar con un monitor de densidad por polo.



Todos los interruptores LTB E tienen un monitor de densidad por polo, excepto LTB E4 que tiene dos monitores de la densidad por polo.

Para más información, consultar el capítulo B-1 ”Aclaraciones”.

Interruptores tipo LTB D y LTB E

Resistencia a las condiciones climáticas

Los interruptores LTB están diseñados para y son instalados en una amplia variedad de condiciones climáticas, desde zonas polares a desiertos por todo el mundo.

Para interruptores instalados en zonas con temperaturas bajas extremas existe un riesgo de condensación del gas SF_6.

Para evitar las consecuencias de la condensación, se utiliza una de las siguientes mezclas de gases:

- SF_6 y N_2
- SF_6 y CF_4

Estructura soporte

La estructura soporte se incluye en las versiones estándar de los interruptores LTB. Las estructuras soporte son de acero galvanizado en caliente.

Las versiones estándar de las estructuras son:

- **LTB D 72,5-170 kV**
  Una columna soporte por polo, o una viga de polos común con dos columnas soporte.

- **LTB E**
  Una columna soporte por polo o LTB E1 y LTB E2. (Hasta 550 kV)
  Dos columnas soportes para LTB 800 E4.

- Para una información más detallada, consultar ”Dimensiones”

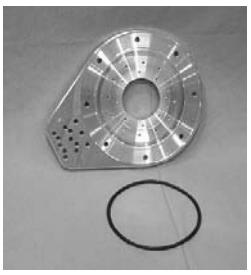
Las estructuras soporte están preparadas para conexión a tierra mediante orificios perforados en cada apoyo.

Terminales de alta tensión

Los interruptores LTB están equipados como estándar con terminales de aluminio planos con un espesor de 20 mm para LTB D y 28 mm para LTB E.

El dibujo de perforación es conforme a las normas IEC y NEMA.

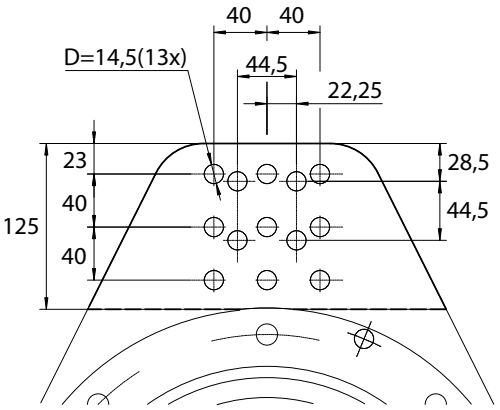
Bajo pedido, hay disponibles otras dimensiones (por ejemplo, DIN) por medio de adaptadores.



Ejemplo: LTB E2

Los interruptores con elementos de corte de montaje vertical tienen terminales a ambos lados para conexión en cualquier dirección.

Los interruptores con elementos de corte horizontales tienen un terminal por cada elemento de interrupción. Los terminales están dirigidos hacia arriba.



Dispositivos de conmutación controlada

El objetivo de conmutación controlada es aumentar la calidad de energía en los sistemas de red reduciendo los transitorios de conmutación.

Todos los interruptores LTB son adecuados para conmutación controlada con el dispositivo Switchsync™ de ABB.

A fin de obtener un resultado óptimo, los instantes de conmutación deben ser diferentes para las tres fases. Para interruptores de operación tripolar, esto se logra con polos alternados mecánicamente.

Desde 1984 se han entregado más de 2.300 dispositivos de Switchsync™.

Para más información, consultar el capítulo Q-1, ”Conmutación controlada”.

Monitoreo de condición

Como una opción, podemos ofrecer control de supervisión mediante nuestro sistema de monitoreo de condición.

Éste se describe en el capítulo R-1.

Pruebas de tipo
Los interruptores LTB han sido sometidos a pruebas de tipo conforme a las normas IEC y/o ANSI.

Bajo pedido, se pueden suministrar informes de las pruebas de tipo.

Pruebas de rutina
Todos los interruptores LTB son sometidos a pruebas de rutina antes del suministro. Nuestro programa de pruebas cumple con las normas IEC y ANSI.

Para más detalles, consultar el capítulo T-1 sobre "Control de calidad y pruebas".

Transporte
Normalmente, los interruptores LTB se embalan y transportan en cajas de madera para uso marítimo.

Los polos del interruptor con un elemento de interrupción por polo se transportan como unidades completas.

Para interruptores con dos elementos de corte por polo, los elementos de corte y los aisladores de soporte son transportados en dos cajas separadas.

Para información detallada sobre pesos y dimensiones, ver "Datos de embarque".

Los elementos de interrupción y los aisladores de soporte están llenos con gas SF_6 a una ligera sobrepresión.

Inspección de recepción
En la recepción, se debe comprobar el embalaje y los contenidos con la lista de embalaje.

En caso de deterioro de la mercancía, póngase en contacto con ABB para notificarnos el deterioro, antes de que se produzca ninguna otra manipulación del material.

Se deberá documentar cualquier tipo de deterioro (fotografiado).

Instalación y puesta en servicio
Las instrucciones de montaje se adjuntan con cada entrega.

Los trabajos de instalación en el emplazamiento se pueden efectuar en 1-4 días según el tipo y tamaño del LTB.

El llenado de gas SF_6 con la presión nominal especificada se realiza utilizando los siguientes equipos de presurización, que pueden suministrarse bajo pedido:

- Una válvula de control especial, para conectar a la botella de gas, y una manguera llena de gas de 20 m con conectores.

- Una válvula de control suplementaria para conectar a la botella de CF_4 o N_2 (para relleno de gas mixto).

Al utilizar los equipos mencionados anteriormente, el llenado de gas se puede efectuar sin que el gas sea liberado a la atmósfera.

Para ilustrar los equipos de llenado de gas, ver la página J-6.

Mantenimiento
El LTB está diseñado para una vida útil de más de 30 años o 10.000 operaciones mecánicas. Para conmutación de corriente, el número de operaciones antes del mantenimiento depende de la corriente interrumpida y del tipo de aplicación.

La inspección, el mantenimiento y la revisión se deben realizar a intervalos regulares según las condiciones ambientales y el número de operaciones.
Las acciones generales se describen a continuación:

- 1-2 años:
  Inspección ocular

- Después 15 años o 5.000 operaciones mecánicas: Mantenimiento preventivo incluyendo inspección general del interruptor y mecanismo de operación.
  Prueba de funcionamiento incluyendo la medición de tiempos operativos y posibles ajustes.

Interruptores tipo LTB D y LTB E

- 30 años o 10.000 operaciones mecánicas: Se recomienda una inspección exhaustiva después de 30 años, que permitirá aumentar la seguridad y una operación continua sin problemas.
  Los métodos y el ámbito de inspección dependerán mucho de las condiciones ambientales locales.

Para interruptores para servicios de conmutación especiales como la conmutación de bancos de reactores, la revisión de la cámara de interrupción se debe efectuar con mayor frecuencia.

Los trabajos de revisión y reparación deben ser realizados por personal autorizado exclusivamente.

Se deben observar las instrucciones del manual de operación y mantenimiento.

ABB está disponible para consultas y asesoramiento.

Repuestos recomendados

Alta frecuencia de operación (por ejemplo, interruptores para conmutación de reactores o condensadores) y/o grandes cantidades de interruptores:

- Polos completos
- Mecanismos de operación completos
- Juegos de contactos
- Juegos de juntas
- Indicadores de densidad
- Gas SF_6

Repuestos para los mecanismos de operación BLK y BLG; ver los capítulos L-1 y M-1

Gas SF_6

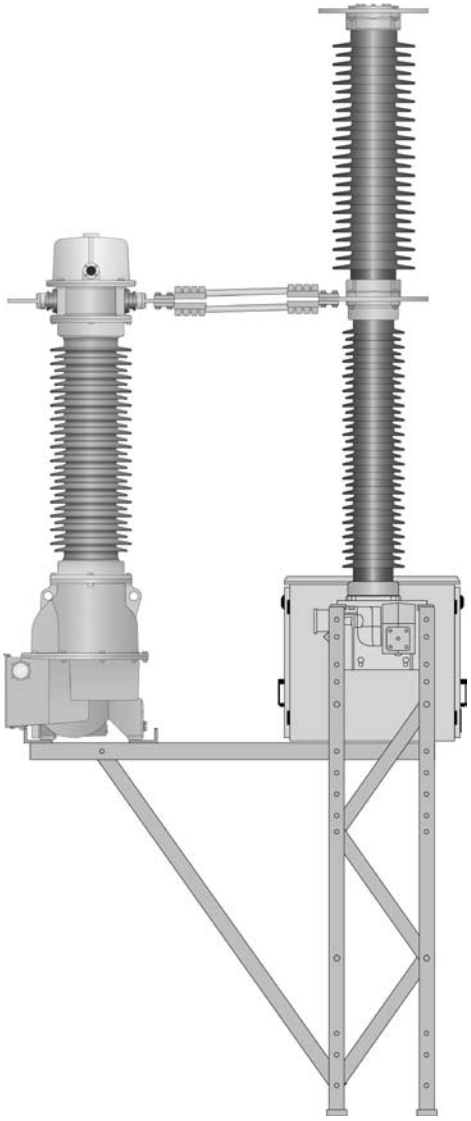
El gas para llenado hasta la presión nominal se puede suministrar en botellas, de 40 kg de gas cada una.

La cantidad requerida para cada tipo de LTB varía de un interruptor a otro. Esta información se indica en la oferta.

Los equipos de presurizado se pueden suministrar bajo pedido, y se describen bajo "Instalación y puesta en servicio".

Ménsulas y conexiones primarias

Como equipamiento opcional, el LTB 72.5 - 170D1/B se puede suministrar con ménsulas de soportes voladizos para transformadores de corriente IMB, y conexiones primarias entre el interruptor y los transformadores de corriente montados en las ménsulas.



Eliminación de piezas

La eliminación de piezas gastadas debería ser llevada a cabo conforme a las disposiciones legales locales.

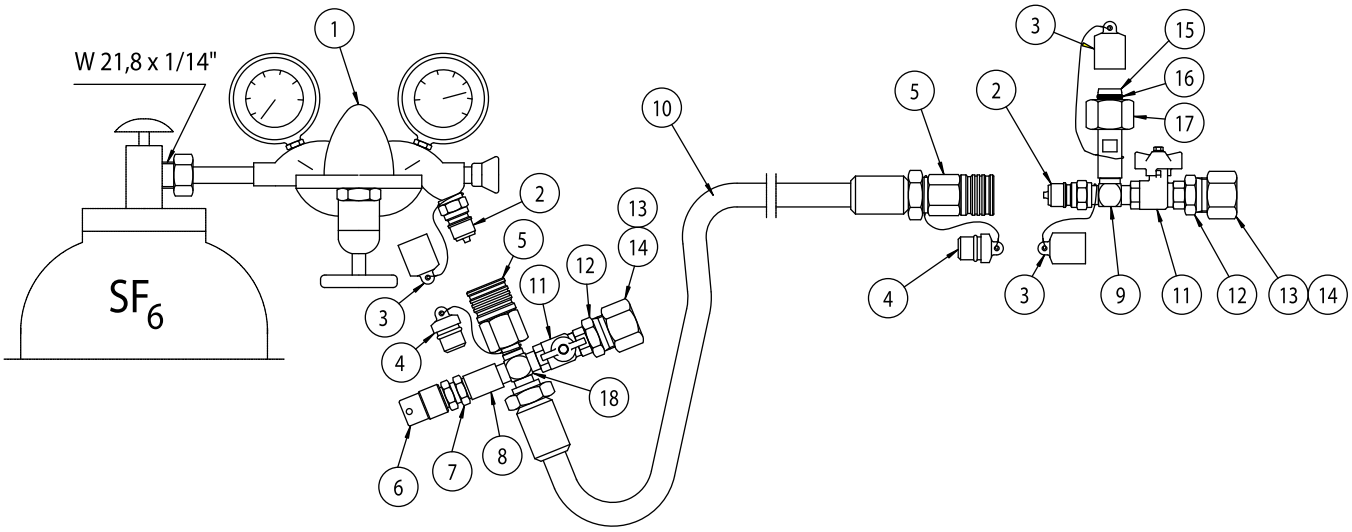
El gas SF_6 **no deberá** ser evacuado a la atmósfera cuando el interruptor es desmantelado.

El gas SF_6 puede ser reciclado.

La porcelana, después de haber sido machacada, puede utilizarse como relleno.

Los metales empleados en el interruptor pueden ser reciclados.

Equipos de llenado de gas



1.	Regulador para gas SF_6
2.	Tapón en boquilla
3.	Manguito protector de caucho
4.	Tapón protector de caucho
5.	Cuerpo de acoplamiento
6.	Tapa deflectora

7.	Válvula de descarga
8.	Toma corriente
9.	Unión en T
10.	Manguera hidráulica
11.	Válvula obturadora de bola
12.	Boquilla

13.	Tuerca ciega
14.	Anillo tórico
15.	Boquilla
16.	Anillo tórico
17.	Tuerca de conexión
18.	Cruz de unión igual

Datos técnicos según ANSI/IEEE
(Datos generales, pueden existir desviaciones)

		LTB 72,5D1/B	LTB 145D1/B	LTB 170D1/B	LTB 72,5E1	LTB 170E1	LTB 245E1	LTB 420E2	LTB 550E2
Número de cámaras de corte por polo		1	1	1	1	1	1	2	2
Tensión nominal	kV	72,5	145	170	72,5	170	245	362	550
Frecuencia nominal	Hz	60	60	60	60	60	60	60	60
Tensión soportada a frecuencia industrial [1]									
- A tierra (seco/húmedo)	kV	160/140	310/275	365/315	160/140	365/315	425/350	555/-	860/-
- A través de polo abierto (seco/húmedo)	kV	160/140	310/275	365/315	160/140	365/315	425/350	555/-	860/-
Tensión soportada a impulso tipo atmosférico									
- A tierra	kV	350	650	750	350	750	900	1300	1800
- A través de polo abierto	kV	350	650	750	350	750	900	1300	1800
Tensión soportada a impulso de onda cortada									
- A tierra (2µs)	kV	452	838	968	452	968	1160	1680	2320
- A través de polo abierto (2µs)	kV	452	838	968	452	968	1160	1680	2320
Tensión soportada a impulso tipo operación									
- A tierra	kV	-	-	-	-	-	-	825	1175
- A través de polo abierto	kV	-	-	-	-	-	-	900	1300
Corriente nominal de servicio	A	3000	3000	3000	4000	4000	4000	4000	4000
Corriente nominal de cortocircuito	kA	40	40	40	40	40	40	40	40
Factor de primer polo		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3	1,3
Corriente nominal de cierre y retención	kA	104	104	104	104	104	104	104	104
Duración de corriente admisible de corta duración	s	3	3	3	3	3	3	3	3
Tiempo de cierre	ms	< 40 [2]	< 40 [2]	< 40 [2]	< 55	< 55	< 55	< 70	< 70
Tiempo de apertura	ms	22 [2]	22 [2]	22 [2]	17	17	17	18	18
Tiempo de interrupción	ms	40 [2]	40 [2]	40 [2]	40	40	40	40	40
Tiempo muerto	ms	300	300	300	300	300	300	300	300
Secuencia de operación nominal	-	O-0,3 s-CO-3 min-CO o CO-15 s-CO							

[1] Hasta 245 kV inclusive, las tensiones nominales soportadas a la frecuencia industrial rigen para condiciones húmedas y secas.

[2] Con mecanismo de operación BLK

Datos técnicos según IEC
(Datos generales, pueden existir desviaciones)

		LTB 72,5D1/B	LTB 145D1/B	LTB 170D1/B	LTB 72,5E1		LTB 170E1		LTB 245E1		LTB 420E2		LTB 550E2		LTB 800E4
Número de cámaras de corte por polo		1	1	1	1		1		1		2		2		4
Tensión nominal	kV	72,5	145	170	72,5		170		245		420		550		800
Frecuencia nominal	Hz	50/60	50/60	50/60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50
Nivel soportado a la frecuencia industrial [1]															
- A tierra y entre fases	kV	140	275	325	140		325		460		520		620		830
- A través de polo abierto	kV	140	275	325	140		325		460		610		800		1150
Nivel soportado a impulso tipo atmósferico (LIWL)															
- A tierra y entre fases	kV	325	650	750	325		750		1050		1425		1550		2100
- A través de polo abierto	kV	325	650	750	325		750		1050		1425 (+240)		1550 (+315)		2100 (+455)
Nivel soportado a impulsos tipo operación (SIWL)															
- A tierra/entre fases	kV	-	-	-	-		-		-		1050/1575		1175/1760		1550/2480
- A través de polo abierto	kV	-	-	-	-		-		-		900 (+345)		900 (+450)		1175 (+650)
Corriente nominal de servicio	A	3150	3150	3150	4000		4000		4000		4000		4000		4000
Corriente nominal de servicio en cortocircuito	kA	40	40	40	50	40	50	40	50	40	50	40	50	40	50
Factor de primer polo		1,5	1,5	1,5	1,5		1,5		1,5		1,3		1,3		1,3
Cresta de corriente de cierre	kA	100/104	100/104	100/104	125	104	125	104	125	104	125	104	125	104	125
Duración de cortocir-cuito	s	3	3	3	3		3		3		3		3		3
Tiempo de cierre	ms	< 40 [2]	< 40 [2]	< 40 [2]	< 55		< 55		< 55		< 70		< 70		< 65
Tiempo de apertura	ms	22 [2]	22 [2]	22 [2]	17		17		17		18		18		20
Tiempo de corte	ms	40 [2]	40 [2]	40 [2]	40		40		40		40		40		40
Tiempo muerto	ms	300	300	300	300		300		300		300		300		300
Secuencia de operación nominal	-	O-0,3 s-CO-3 min-CO o CO-15 s-CO													

[1] Hasta 245 kV inclusive, las tensiones nominales soportadas a la frecuencia industrial rigen para condiciones húmedas y secas.

[2] Con mecanismo de operación BLK

Dimensiones — LTB E

LTB E1
Operación tripolar
Tensión nominal: 72,5 - 245 kV

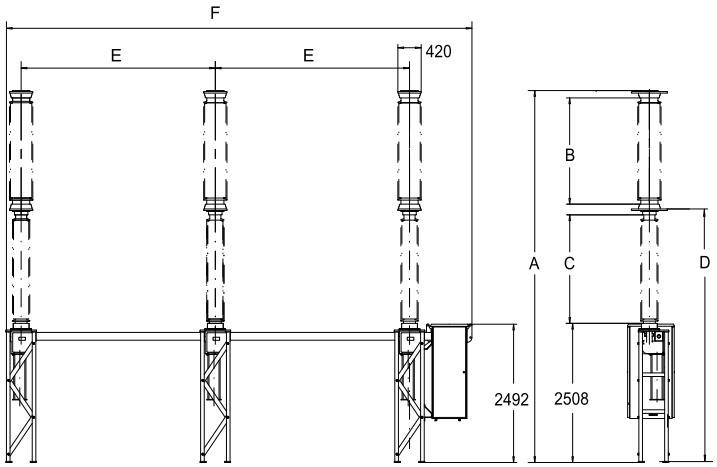
Dimensiones estándar (mm)

Tensión nominal	A	B	C	D	E	F
72,5 kV	4790	1292	655	3244	1100	3590
170 kV	5400	1292	1265	3854	2500	6390
245 kV	6703	1914	1955	4544	3500	8390

Dimensiones disponibles para distancias de fase y alturas hasta la parte inferior del aislador (mm)

Tensión nominal	Distancia de fase					
72,5 kV	1100*	1500	2500	3000	3500	4000
170 kV	-	-	2500*	3000	3500	4000
245 kV	-	-	2500	3000	3500*	4000

*) Estándar



Tensión nominal	Altura hasta la parte inferior del aislador				
72,5-245 kV	1950	2508*	2992	3642	4142

*) Estándar

LTB E1
Operación monopolar
Tensión nominal: 72,5 - 245 kV

Dimensiones estándar (mm)

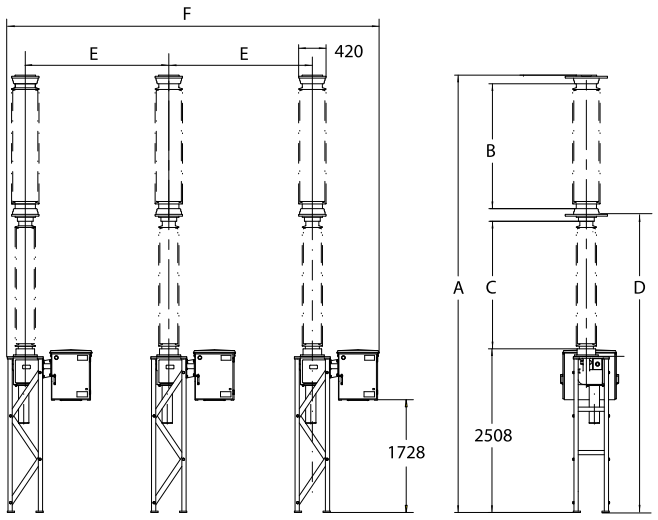
Tensión nominal	A	B	C	D	E*	F
72,5 kV	4790	1292	655	3244	2500	6298
170 kV	5400	1292	1265	3854	2500	6298
245 kV	6703	1914	1955	4544	3500	8298

*) Distancias de fase recomendadas

Dimensiones disponibles para distancias de fase y alturas hasta la parte inferior del aislador (mm)

Tensión nominal	Altura hasta la parte inferior del aislador				
72,5-245 kV	1442	2508*	2992	3642	4142

*) Estándar



Seccionadores y pantógrafos AT
HV Disconnectors and Pantographs

132



SG3C/SG3CP

Seccionadores giratorios de doble apertura lateral
Hasta 245 kV
Double break disconnectors
Up to 245 kV

En línea con las necesidades de nuestros clientes

En un sector, tan exigente como es el energético, es necesaria la máxima colaboración entre todos los que formamos parte de él, sumando esfuerzos que estén claramente orientados hacia la consecución de un servicio óptimo para los clientes y usuarios finales.

Un principio para el que en MESA tenemos establecidas políticas de colaboración permanentes con las principales compañías eléctricas, con los fabricantes de aerogeneradores más relevantes, con las principales empresas instaladoras, ingenierías y usuarios finales de forma que las necesidades y requerimientos de nuestros clientes puedan ser desarrollados e implementados en nuestros productos.

Integrada dentro del grupo Schneider Electric, MESA fue fundada en 1947. Actualmente, cuenta con unas instalaciones de más de 20.000 m^2, con las últimas tecnologías en materia de eficiencia energética, en las que se incluyen un centro de I+D+i y un laboratorio de potencia para ensayos propios.

Cuenta con certificaciones y homologaciones emitidas por organismos y laboratorios oficiales, tanto locales como internacionales, entre los que se encuentran aseguramiento de la calidad ISO-9001, gestión medioambiental ISO-14001 y sistemas de gestión de salud y seguridad laboral OHSAS-18001.

Sólo así es posible aportar soluciones innovadoras en media y alta tensión en más de 100 países.









In tune with the needs of our clients

A field as demanding as the Energy Sector requires the maximum level of cooperation among all those of us that form a part of it. We must combine our efforts in a focussed drive to achieve optimum service for our clients and end users.

This is the guiding principle in MESA, and it's the reason why we have established policies for long-term collaboration with the main electricity companies, with the most important wind turbine manufacturers, with the main installation companies, with engineering firms and with end users… In this way, the needs and requirements of our clients can be developed and implemented in our products.

Integrated within the Schneider Electric Group, MESA was founded in 1947. Its current facilities cover more than 20,000m^2 and employ the latest technologies in energy efficiency, including an R&D+i Centre and a Power Laboratory for inhouse testing.

The company has all the relevant certificates and approvals issued by official organisations and laboratories at both local and international level. These include ISO-9001 Quality Assurance, ISO-14001 Environmental Management and OHSAS-18001 Labour Health and Safety Management Systems.

All of this is what makes it possible for us to provide innovative medium and high voltage solutions in more than 100 countries around the world.

Como consecuencia de la constante evolución normativa y de diseño, las características de los equipos descritos en este catálogo pueden cambiar sin previo aviso. Tanto la disponibilidad de estos equipos, como sus características, solamente nos comprometen a partir de su confirmación por parte de nuestro departamento técnico-comercial.

As a result of constantly developing rules and designs, the characteristics of the equipment described in this catalogue may change without prior notice. We can only commit to the availability of this equipment and its characteristics once confirmed by our Technical and Sales Department.

Índice
Index

Presentación general / General Overview

Generalidades / Overview 4

Características y dimensiones / Characteristics and Dimensions 6

SG3C / SG3CP

Seccionadores giratorios de doble apertura lateral

Hasta 245 kV

Double Break Disconnectors

Up to 245 kV



Generalidades
Overview



Construcción

Los seccionadores de los modelos SG3C y SG3CP son de 3 columnas, con la central giratoria, siendo las bornas de conexión cilíndricas o rectangulares respectivamente, y la apertura doble lateral.

Los seccionadores son suministrados para el montaje de los polos en paralelo y la apertura de las cuchillas hacia la derecha (visto desde la columna de accionamiento), salvo solicitud expresa para el montaje de los polos en línea (ver catálogo 170), la apertura de las cuchillas hacia la izquierda o el seccionador invertido.

Partes conductoras

De cobre electrolítico, los contactos reciben el tratamiento superficial adecuado para cada intensidad.

El contacto es puntual con gran presión de conexión y efecto autolimpiante con las maniobras.

Aisladores

De porcelana, esmaltados en marrón, dimensionados según IEC-273 y líneas de fuga conforme a los niveles fijados en IEC-815.

Bajo demanda pueden suministrarse los seccionadores con diferentes aisladores.

Soporte giratorio

Debido a su robustez y perfecto ajuste, se pueden montar los seccionadores en posición apoyado (horizontal), vertical o invertido, sin que las columnas tengan movimientos axiales o laterales.

Los montajes en línea e invertidos son especiales, por lo que es necesario indicarlo en el momento de la consulta.

Los topes limitadores de giro son regulables, y se envían previamente ajustados en fábrica.

Aunque el soporte está engrasado de por vida, sigue existiendo la posibilidad de engrase.

Construction

SG3C and SG3CP double break disconnectors with cylindrical and flat terminals respectivily are of three columns, where the central one is giratory.

Although disconnectors are delivered for parallel arrangement and with blades opening to the right (seen from the driving column), other dispositions like line arrangement, blades opening to the left or inverted disconnector assembly can be supplied under request.

Current Carrying Parts

Current carrying parts are electrolitic copper made and have the suitable surface treatment according to their different currents.

Contacts are punctual and sliding, with great pressure of connection and self cleaning with operations.

Insulators

Insulators are brown glazed porcelain made according to IEC-273 standards, and their creepage distance is in accordance with IEC-815 levels.

Under request, disconnectors can be supplied with different insulators.

Rotatory Supports

Due to their strength and perfect fixing, disconnectors can be assembled in horizontal, vertical or inverted position without any axial or lateral column displacement.

As line arrangement and inverted assembly are special, this must be expressly indicated when ordering.

Rotatory ends can be adjusted, however they are delivered previously adjusted at factory.

Although bearings are life lubricated, there still exists the possibility of lubrication.

Generalidades
Overview

Cuchillas de puesta a tierra

Los seccionadores se suministran con cuchillas de puesta a tierra, enclavadas mecánicamente con las principales.

Las cuchillas de fabricación normal tienen la capacidad de cortocircuito de 31,5 kA 1s.

Se fabrican seccionadores bajo demanda con otras capacidades de cortocircuito así como con dos cuchillas de puesta a tierra.

Partes férricas

Tanto las bases como el resto de las piezas férricas, tornillos, bulones, etc., son de acero inoxidable o están galvanizadas por inmersión en caliente según ISO 1461.

Prestaciones especiales

Bajo demanda, los seccionadores se suministran con dispositivos especiales, como:

- Endurancia mecánica extendida hasta 10.000 maniobras, según Anexo B de IEC-62271-102.
- Dispositivo de corte de corriente de transferencia de barras para seccionadores, según Anexo B de IEC-62271-102.
- Dispositivo de corte de corrientes inducidas para puesta a tierra, según Anexo C de IEC-62271-102.
- Diseño anti-sísmico hasta 0,5 g.
- Capacidad de funcionamiento en condiciones severas de formación de hielo (10 mm) y a temperaturas límite (-25 +40 ºC), según IEC-62271-102.
- Anillos equipotenciales.
- Terminales tipo NEMA.

Accionamientos

MESA suministra los accionamientos necesarios para los seccionadores. En el folleto 170 se describen los mandos manuales y los elementos auxiliares, así como diferentes tipos de montaje (línea, paralelo...).

Los mandos eléctricos se describen específicamente en los folletos 180 y 182.

Earthing Blades

Disconnectors are supplied with earthing blades mechanically interlocked with the main ones.

Standard blades are rated for 31.5 kA 1s short-circuit level.

Other short-circuit levels or two earthing blades per disconnector, under request.

Ferrous Parts

The basis and the rest of pieces such as screws, rods, etc. are stainless steel made or hot dip galvanized according to ISO 1461.

Special Features

Under request, disconnectors can be supplied with special devices such as:

- Extended mechanical endurance of 10,000 operating cycles as per Annex B of IEC-62271-102.
- Bus transfer current switching devices for disconnectors as per Annex B of IEC-62271-102.
- Induced current switching devices for earthing switches as per Annex C of IEC-62271-102.
- Anti-seismic design up to 0.5 g.
- Operating capacity under severe ice conditions (10 mm) and limit temperatures (-25 +40 ºC), as per IEC-62271-102.
- Anti-corona rings.
- NEMA terminal type.

Operating Mechanisms

MESA operating mechanisms are either manual or motor-driven. Manual operating mechanisms, auxiliary devices and different assemblies are described in pamphlet 170 (line, parallel...).

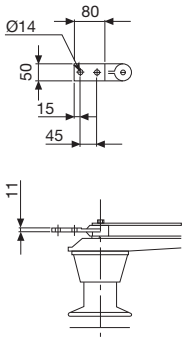
Electric operating mechanisms are described in pamphlets 180 and 182.



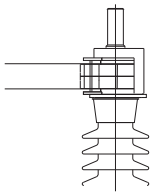
Características y dimensiones
Characteristics and Dimensions

Terminales de conexión / Terminals

Bornas planas
Flat terminals

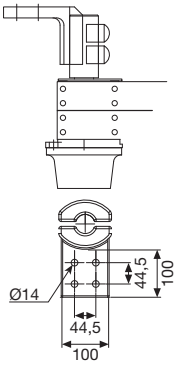


Bornas cilíndricas
Cylindrical terminals

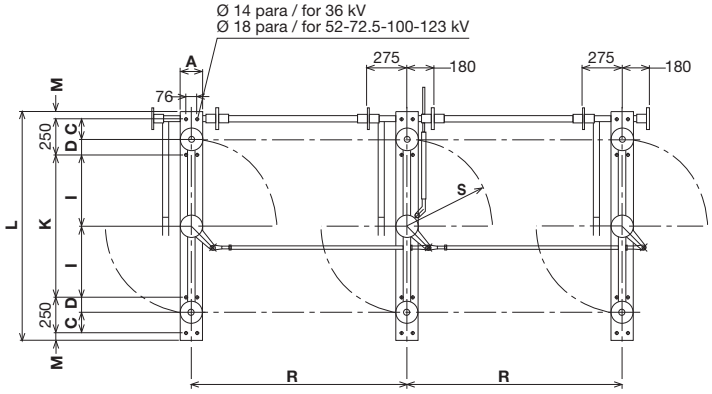


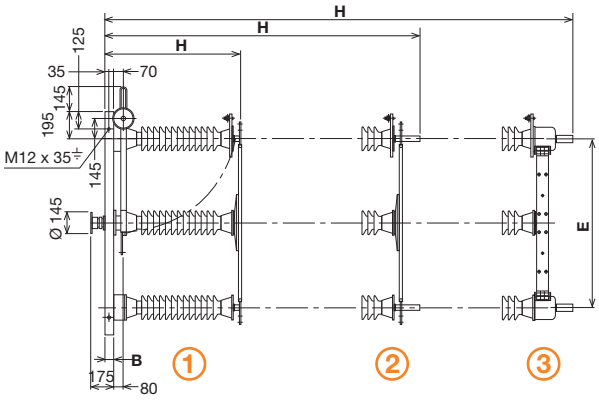
1250 A, 1600 A	2000 A, 2750 A
Ø40 x 125	Ø50 x 125

Borna terminal tipo NEMA en aluminio
Aluminum NEMA type terminal

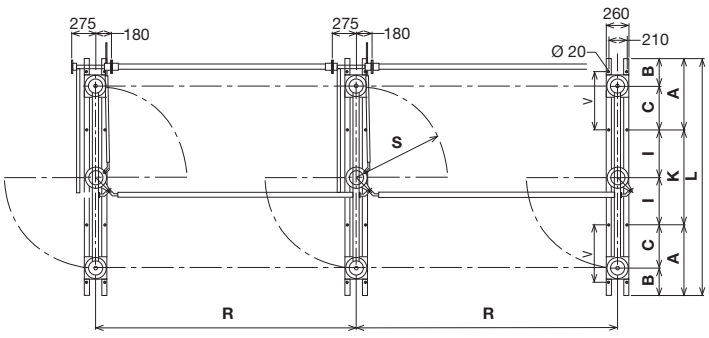


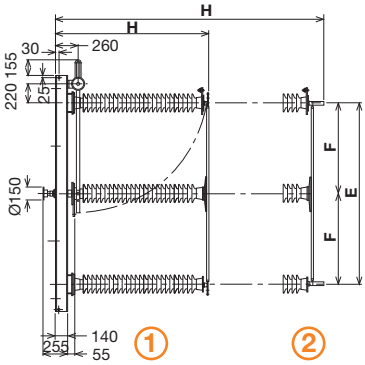
A SG3CP, SG3C, SG3CPT, SG3CT: $U_n \leq 123$ kV



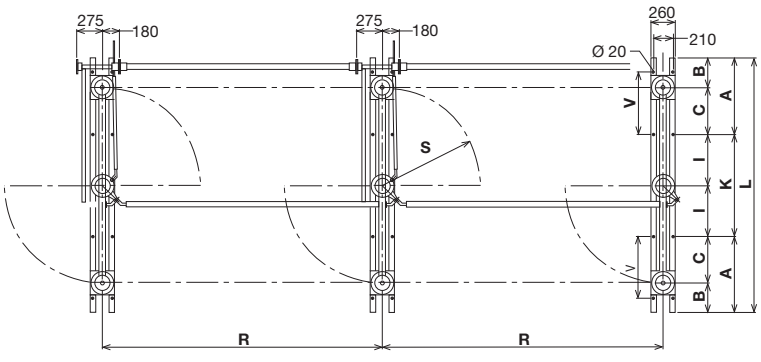


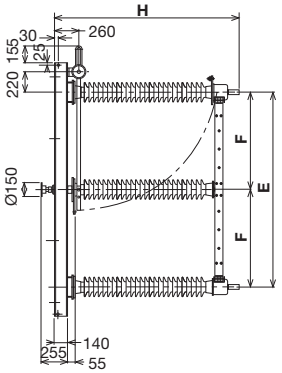
B SG3CP, SG3C, SG3CPT, SG3CT: $U_n \leq 145$ kV $\leq I_n \leq 1250$ A





C SG3C, SG3CT: 145 kV $\leq U_n \leq$ 245 KV 1600 A $\leq I_n \leq$ 2750 A





Características y dimensiones
Characteristics and Dimensions

Características eléctricas — Electrical Characteristics

		Referencia / Reference		Tensión nominal / Rated voltage	Intensidad nominal / Rated normal current (1)	Tensión de ensayo / Impulse withstand voltage				Intensidad corta duración (valor eficaz) / Short time withstand current (RMS) (1)	Valor cresta de la intensidad / Peak withstand current (1)	Tipo de aislador / Insulator type
						A tierra y entre polos / To earth and between poles		Sobre la distancia de secci. / Across isolating distance				
						A frecuencia industrial bajo lluvia / Power frequency wet	A impulso/ Impulse	A frecuencia industrial bajo lluvia / Power frequency wet	A impulso/ Impulse			
				kV	A	kV	kV	kV	kV	kA	kA	
A	1	SG3CP-36/1250 SG3CP-52/1250 SG3CP-72/1250 SG3CP-123/1250	SG3CPT-36/1250 SG3CPT-52/1250 SG3CPT-72/1250 SG3CPT-123/1250	36 52 72,5 123	1250 800 1250 1250	70 95 140 230	170 250 325 550	80 110 160 265	195 290 375 630	31,5 31,5 31,5 31,5	80 80 80 80	C4-170 C4-250 C4-325 C4-550
	2	SG3C-36/1250 SG3C-52/1250 SG3C-72/1250 SG3C-123/1250	SG3CT-36/1250 SG3CT-52/1250 SG3CT-72/1250 SG3CT-123/1250	36 52 72,5 123	1250 1250 1250 1250	70 95 140 230	170 250 325 550	80 110 160 265	195 290 375 630	31,5 31,5 31,5 31,5	80 80 80 80	C4-170 C4-250 C4-325 C4-550
	3	SG3C-52/1600 SG3C-52/2000 SG3C-52/2750	SG3CT-52/1600 SG3CT-52/2000 SG3CT-52/2750	52	1600 2000 2750	95	250	110	290	40 40 40	100 100 100	C4-250
		SG3C-72/1600 SG3C-72/2000 SG3C-72/2750	SG3CT-72/1600 SG3CT-72/2000 SG3CT-72/2750	72,5	1600 2000 2750	140	325	160	375	40 40 40	100 100 100	C4-325
		SG3C-123/1600 SG3C-123/2000 SG3C-123/2750	SG3CT-123/1600 SG3CT-123/2000 SG3CT-123/2750	123	1600 2000 2750	230	550	265	635	40 40 40	100 100 100	C4-550
B	1	SG3CP-145/1250 SG3CP-170/1250 SG3CP-245/1250	SG3CPT-145/1250 SG3CPT-170/1250 SG3CPT-245/1250	145 170 245	1250 1250 1250	275 325 460	650 750 1050	315 375 530	750 860 1200	31,5 31,5 31,5	80 80 80	C4-650 C4-750 C4-1050
	2	SG3C-145/1250 SG3C-170/1250 SG3C-245/1250	SG3CT-145/1250 SG3CT-170/1250 SG3CT-245/1250	145 170 245	1250 1250 1250	275 325 460	650 750 1050	315 375 530	750 860 1200	31,5 31,5 31,5	80 80 80	C4-650 C4-750 C4-1050
C		SG3C-145/1600 SG3C-145/2000 SG3C-145/2750	SG3CT-145/1600 SG3CT-145/2000 SG3CT-145/2750	145	1600 2000 2750	275	650	315	750	40 40 40	100 100 100	C4-650
		SG3C-170/1600 SG3C-170/2000 SG3C-170/2750	SG3CT-170/1600 SG3CT-170/2000 SG3CT-170/2750	170	1600 2000 2750	325	750	375	860	40 40 40	100 100 100	C4-750
		SG3C-245/1600 SG3C-245/2000 SG3C-245/2750	SG3CT-245/1600 SG3CT-245/2000 SG3CT-245/2750	245	1600 2000 2750	460	1050	530	1200	40 40 40	100 100 100	C4-1050

Dimensiones — Dimensions

		Seccionador / Disconnector Referencia / Reference	Peso / Weight	Seccionador con puesta a tierra / Disconnector with earthing switch Referencia / Reference	Peso / Weight	Dimensiones / Dimensions (mm)													(2)		
						A	B	C	D	E	F	H SG3C SG3CT	H SG3CP SG3CPT	I	K	L	M	R	S	V
			Kg		Kg															
A	1	SG3CP-36/800 SG3C-36/800 SG3CP-36/1250 SG3C-36/1250	237	SG3CPT-36/800 SG3CT-36/800 SG3CPT-36/1250 SG3CT-36/1250	291	140	60	90	160	800	400	788	650	240	480	1190	105	1000	368	-
		SG3CP-52/800 SG3C-52/800 SG3CP-52/1250 SG3C-52/1250	285	SG3CPT-52/800 SG3CT-52/800 SG3CPT-52/1250 SG3CT-52/1250	339	140	60	90	160	1000	500	903	765	340	680	1390	105	1200	468	-
	2	SG3CP-72/800 SG3C-72/800 SG3CP-72/1250 SG3C-72/1250	522	SG3CPT-72/800 SG3CT-72/800 SG3CPT-72/1250 SG3CT-72/1250	580	160	65	145	105	1200	600	1118	980	495	990	1590	50	1500	568	-
		SG3CP-123/800 SG3C-123/800 SG3CP-123/1250 SG3C-123/1250	690	SG3CPT-123/800 SG3CT-123/800 SG3CPT-123/1250 SG3CT-123/1250	754	160	65	145	105	1700	850	1568	1430	745	1490	2090	50	2100	818	-
	3	SG3C-52/1600 SG3C-52/2000	328 348	SG3CT-52/1600 SG3CT-52/2000	384 404	140	60	90	160	1000	500	985 1010	-	340	680	1390	105	1200	468	-
		SG3C-72/1600 SG3C-72/2000	572 602	SG3CT-72/1600 SG3CT-72/2000	630 660	160	65	145	105	1200	600	1070 1195	-	495	990	1590	50	1500	568	-
		SG3C-123/1600 SG3C-123/2000	745 785	SG3CT-123/1600 SG3CT-123/2000	809 849	160	65	145	105	1700	850	1620 1645	-	745	1490	2090	50	2100	818	-
B	1	SG3CP-145/800 SG3C-145/800 SG3CP-145/1250 SG3C-145/1250	1432	SG3CPT-145/800 SG3CT-145/800 SG3CPT-145/1250 SG3CT-145/1250	1495	815	315	500	-	2100	1050	1875	1770	550	1100	2730	-	3000	1020	600
	2	SG3CP-170/800 SG3C-170/800 SG3CP-170/1250 SG3C-170/1250	1450	SG3CPT-170/800 SG3CT-170/800 SG3CPT-170/1250 SG3CT-170/1250	1525	815	315	500	-	2400	1200	2075	1960	700	1400	3030	-	3200	1168	600
		SG3CP-245/800 SG3C-245/800 SG3CP-245/1250 SG3C-245/1250	2000	SG3CPT-245/800 SG3CT-245/800 SG3CPT-245/1250 SG3CT-245/1250	2045	715	315	400	-	3000	1500	2675	2560	1100	2200	3630	-	4500	1468	500
C		SG3C-145/1600 SG3C-145/2000	1380 1390	SG3CT-145/1600 SG3CT-145/2000	1505 1515	815	315	500	-	2100	1050	1955 1983	-	550	1100	2730	-	3000	1000	600
		SG3C-170/1600 SG3C-170/2000	1455 1465	SG3CT-170/1600 SG3CT-170/2000	1585 1595	715	315	400	-	2400	1200	2155 2183	-	700	1400	3030	-	3200	1150	600
		SG3C-245/1600 SG3C-245/2000	2005 2020	SG3CT-245/1600 SG3CT-245/2000	2145 2160	715	315	400	-	3000	1500	2755 2783	-	1100	2200	3630	-	4500	1450	500

(1) Para valores distintos a los indicados, consultar. / Other different values available under request.
(2) R= Distancia entre polos normalizada de MESA. Otras distancias bajo demanda. / Distance between poles is the MESA standard one. Other distances available under request.

24h Emergency Service

(+34) 902 090 722

Manufacturas Eléctricas, S.A.U.
Pol. Ind. Trobika. Martintxone Bidea, 4
48100 Mungia (Bizkaia). España / Spain
T: (+34) 94 615 91 00 • F: (+34) 94 615 91 25
info@mesa.es
www.mesa.es

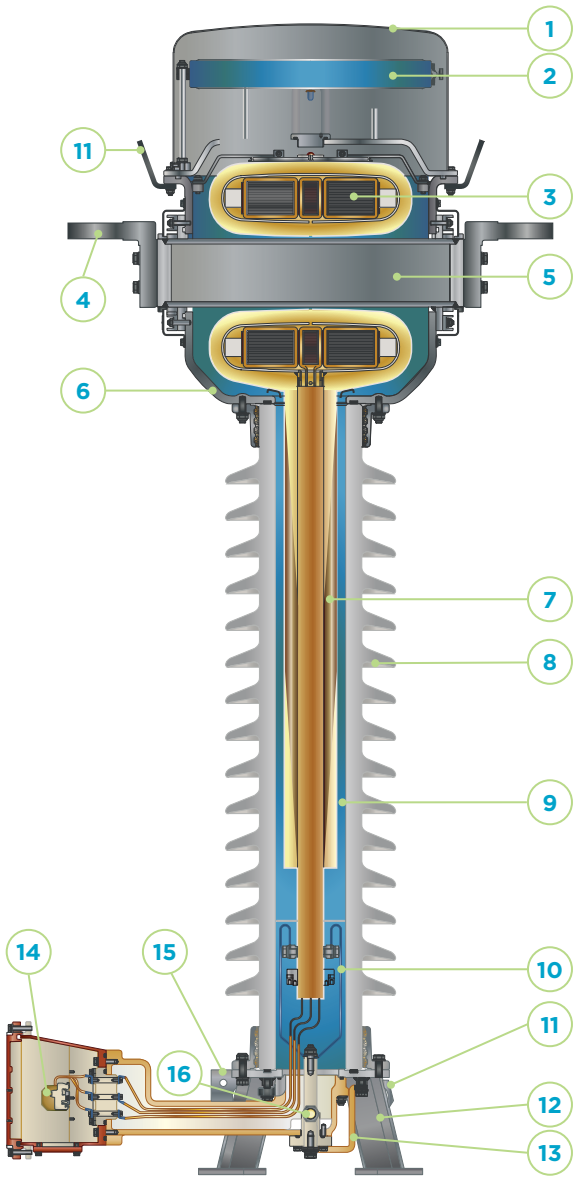
132
04-2014

SERIE CA

Aislamiento de papel-aceite: modelo CA hasta 800 kV.



1. Cubierta superior
2. Sistema compensador del volumen de aceite
3. Núcleos y arrollamientos secundarios
4. Terminal primario
5. Conductor primario
6. Cabeza
7. Borna condensadora
8. Aislador
9. Aceite aislante
10. Conexión de tierra reforzada
11. Agujeros de elevación
12. Base
13. Toma de medida de la tangente delta
14. Terminales secundarios
15. Terminal de puesta a tierra
16. Válvula de toma de muestras de aceite



DISEÑO Y FABRICACIÓN

El conductor primario del transformador de intensidad es normalmente una barra de paso (con o sin reconexiones externas), o a veces un arrollamiento (también llamado bobinado). Los secundarios, que son uno o varios núcleos con sus correspondientes arrollamientos, se encuentran en la parte superior de la unidad, dentro de la envolvente exterior de aluminio.

Estas partes activas se encuentran dentro de una envolvente metálica que actúa como una pantalla de baja tensión, con el aislamiento principal de papel-aceite colocado alrededor, terminando con una pantalla de alta tensión. El espacio entre esta pantalla y la envolvente exterior está lleno de aceite. Las salidas de los cables secundarios van a la caja de los terminales secundarios a través de una borna condensadora aislada mediante papel-aceite, con varias pantallas para una distribución adecuada del campo eléctrico.



CARACTERÍSTICAS

- Gran precisión (hasta 0,1%), invariable a lo largo de la vida del aparato, con la máxima fiabilidad.
- Todo tipo de núcleos de medición y protección: multiratio, lineales...
- Amplia gama de corrientes primarias: de 1 a 5.000 A.
- Reconexión primaria y/o secundaria.
- Gran capacidad para corrientes nominales y de cortocircuito muy altas.
- Diseño de seguridad reforzada.
- Gran robustez mecánica.
- Excelente respuesta en condiciones ambientales extremas: Temperaturas de -60°C a +60°C, grandes altitudes, zonas de peligro sísmico, vientos fuertes, etc.
- Sin necesidad de mantenimiento durante toda su vida útil de más de 30 años. Sólo se recomienda la monitorización periódica.
- Toma de medida de la Tangente Delta (DDF) para ensayos in situ.
- Válvula de toma de muestras de aceite e indicador del nivel de aceite para la monitorización.
- Sellado hermético que garantiza una absoluta estanqueidad con el mínimo volumen de aceite. Cada unidad se prueba individualmente.
- Sistema de compensación del nivel de aceite que regula eficazmente los cambios en el volumen de aceite debidos fundamentalmente a la variación de la temperatura.
- Disponibilidad de laboratorios propios homologados oficialmente.
- Certificaciones del sistema de gestión de la calidad: ISO9001, ISO14001 y OHSAS 18001.
- Cada unidad pasa ensayos de rutina siguiendo las normas aplicables.
- Informes completos de ensayos tipo en conformidad con las normas internacionales.
- Cumplimiento de todas las normas a nivel internacional y nacional.
- Respeta el medio ambiente. Los materiales empleados en su construcción son reciclables y resistentes a la intemperie. Su avanzado diseño respeta la normativa medioambiental mediante el uso de aceites aislantes de alta calidad y libres de PCB.
- Tamaño reducido gracias a un diseño compacto que facilita el transporte, almacenamiento y montaje, y reduce el impacto visual.
- Puede ser transportado y almacenado de forma horizontal o vertical.

OPCIONES:

- Ensayo de arco interno según norma IEC 61869 y otras.
- Aisladores de porcelana o poliméricos.
- Terminales secundarios precintables.
- Diferentes prensaestopas y accesorios disponibles.
- Amplia variedad de terminales primarios y secundarios.
- Dispositivos de protección secundaria dentro de la caja de terminales (explosores...).
- Toma de tensión capacitiva.

GAMA

Esta serie se denomina con las letras CA seguidas de 2 o 3 números que indican la tensión máxima de servicio para la que han sido diseñados.

La tabla de la siguiente página muestra la gama fabricada por ARTECHE. Las características son orientativas; ARTECHE puede fabricar transformadores en conformidad con cualquier norma nacional o internacional.

Ratio: Múltiples combinaciones posibles en un solo dispositivo.

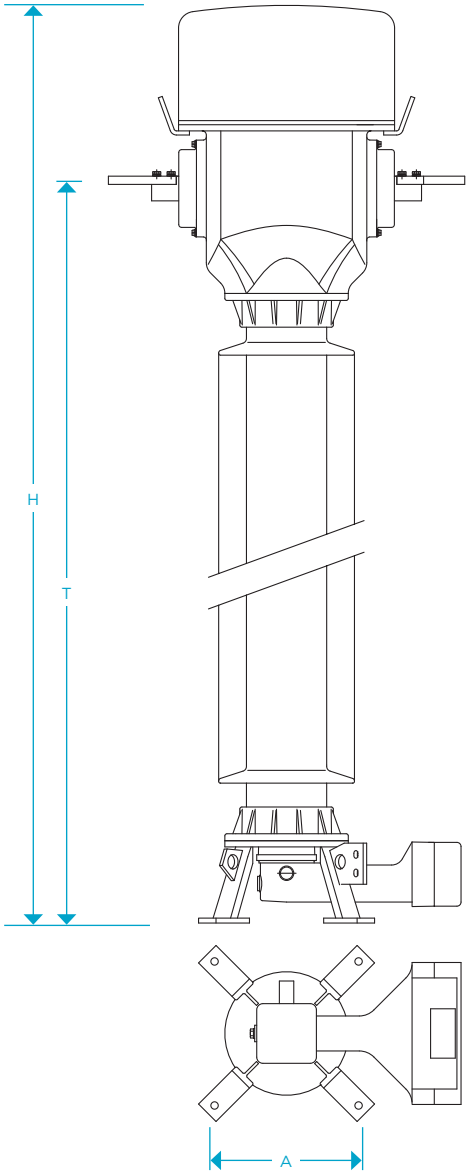
Arrollamientos secundarios para:

- Protección: todos los tipos posibles, incluyendo núcleos lineales, baja inducción, etc.
- Medición: clases de precisión para cualquier necesidad de medición o facturación (incluyendo la clase de alta precisión 0,1 / 0,15 con gama extendida en corriente).

Número de arrollamientos secundarios: según las necesidades, puede haber hasta 10 secundarios o más en un solo dispositivo.

Corrientes primarias: de 1 A a 5.000 A.

Corriente de cortocircuito: hasta 120 kA/1s.





Aislamiento de papel-aceite > Modelo CA

Modelo	Tensión máxima de servicio (kV)	Tensiones de ensayo			Línea de fuga estándar (mm)	Dimensiones			Peso (kg)
		Frecuencia industrial (kV)	Impulso (BIL) (kVp)	Maniobra (kVp)		A (mm)	T (mm)	H (mm)	
CA-36	36	70	170	-	900	350	1350	1750	220
CA-52	52	95	250	-	1300	350	1350	1750	220
CA-72	72.5	140	325	-	1825	350	1350	1750	220
CA-100	100	185	450	-	2500	350	1350	1750	220
CA-123	123	230	550	-	3075	350	1785	2230	265
CA-145	145	275	650	-	3625	350	1785	2230	265
CA-170	170	325	750	-	4250	350	1945	2390	305
CA-245	245	460	1050	-	6125	350	2590	2975	375
		395	950						
CA-300	300	460	1050	850	7500	450	3070	3455	600
CA-362	362	510	1175	950	9050	600	4015	4495	1090
CA-420	420	630	1425	1050	10500	600	4015	4495	1090
		575	1300						
CA-525	550	680	1550	1175	13125	600	4525	5195	1150
CA-550	550	800	1800	1175	13750	600	5205	5960	1700
CA-765	800	880	1950	1425	15300	600	5720	6650	2250
		975	2100	1550					

Estas dimensiones y pesos son aproximados y se basan en los requisitos estándar.

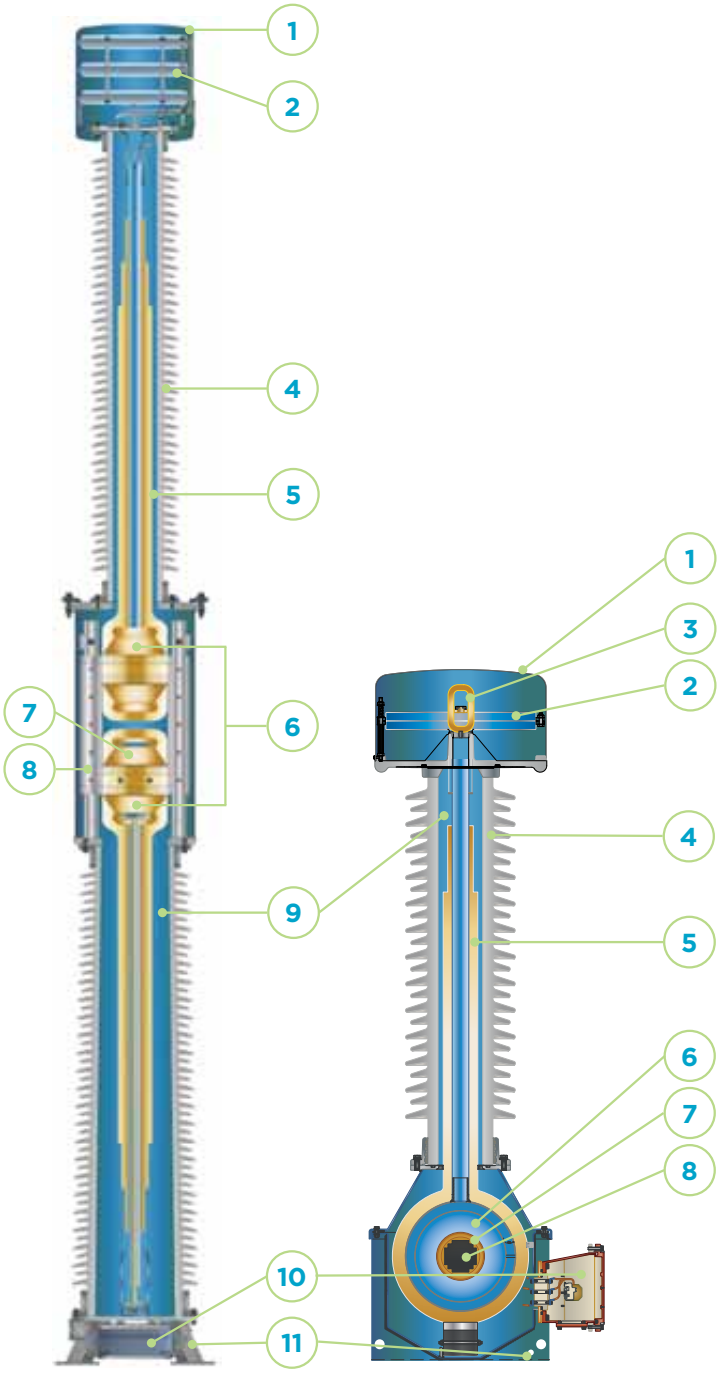
Para obtener valores detallados, por favor consulte con Arteche.

SERIE UT

Aislamiento de papel-aceite: modelo UT hasta 550 kV.



1. Cubierta superior
2. Sistema compensador del volumen de aceite
3. Indicador del nivel de aceite
4. Aislador
5. Borna condensadora
6. Arrollamientos primarios
7. Arrollamientos secundarios
8. Núcleo
9. Aceite aislante
10. Caja de terminales secundarios
11. Terminal de puesta a tierra



DISEÑO Y FABRICACIÓN

El conductor primario del transformador de tensión va desde el terminal primario a través de una borna condensadora aislada mediante papel-aceite, con varias pantallas para una distribución adecuada del campo eléctrico. Entonces se enrolla miles de veces alrededor del núcleo magnético.

El(los) arrollamiento(s) secundario(s) está(n) enrollado(s) alrededor del mismo núcleo, que está cargado con su carga combinada y se encuentra en la parte inferior de los transformadores, dentro de una envolvente exterior metalica.

Los arrollamientos tienen un diseño antirresonante, lo que hace que el transformador funcione correctamente tanto a frecuencia industrial como ante fenómenos transitorios de alta frecuencia. El aislamiento eléctrico se hace a través de capas de papel impregnadas en aceite.

CARACTERÍSTICAS

- Gran precisión (hasta 0,1%), invariable a lo largo de la vida del aparato.
- Hasta 4 arrollamientos secundarios con o sin tomas de medida, con medición, protección o doble función.
- Diseño de arrollamientos antirresonante.
- Diseño de seguridad reforzada.
- Gran robustez mecánica.
- Excelente respuesta en condiciones ambientales extremas: Temperaturas desde -60°C hasta +60°C. Alturas elevadas, zonas de peligro sísmico, vientos violentos, etc.
- Sin necesidad de mantenimiento durante toda su vida útil de más de 30 años. Sólo se recomienda la monitorización periódica.
- Válvula de toma de muestras de aceite e indicador del nivel de aceite para la monitorización.
- Sellado hermético que garantiza una absoluta estanqueidad con el mínimo volumen de aceite. Cada unidad se prueba individualmente.
- Sistema de compensación del nivel de aceite que regula eficazmente los cambios en el volumen de aceite debidos fundamentalmente a la variación de la temperatura.
- Disponibilidad de laboratorios propios homologados oficialmente.
- Certificaciones del sistema de gestión de la calidad: ISO9001, IS014001 y OHSAS18001.
- Cada unidad pasa ensayo de rutina siguiendo la normas aplicables.
- Informes completos de ensayos tipo en conformidad con las normas internacionales.
- Cumplimiento de todas las normas a nivel internacional y nacional.
- Respeta el medio ambiente. Los materiales empleados en su construcción son reciclables y resistentes a la intemperie. Su avanzado diseño respeta la normativa medioambiental mediante el uso de aceites aislantes de alta calidad y libres de PCB.
- Tamaño reducido gracias a un diseño compacto que facilita el transporte, almacenamiento y montaje, y reduce el impacto visual.
- Puede ser transportado y almacenado de forma horizontal o vertical.

OPCIONES:

- Toma de medida de la Tangente Delta (DDF) para ensayos in situ.
- Ensayo de arco interno según norma IEC 61869 y otras.
- Aisladors de porcelana o poliméricos.
- Terminales secundarios precintables.
- Diferentes prensaestopas y accesorios disponibles.
- Amplia variedad de terminales primarios y secundarios.
- Corriente a través de la conexión con la línea de alta tensión.
- Dispositivos de protección secundaria dentro de la caja de terminales (fusibles, MCB...).
- Dispositivos supresores de la ferroresonancia.



GAMA

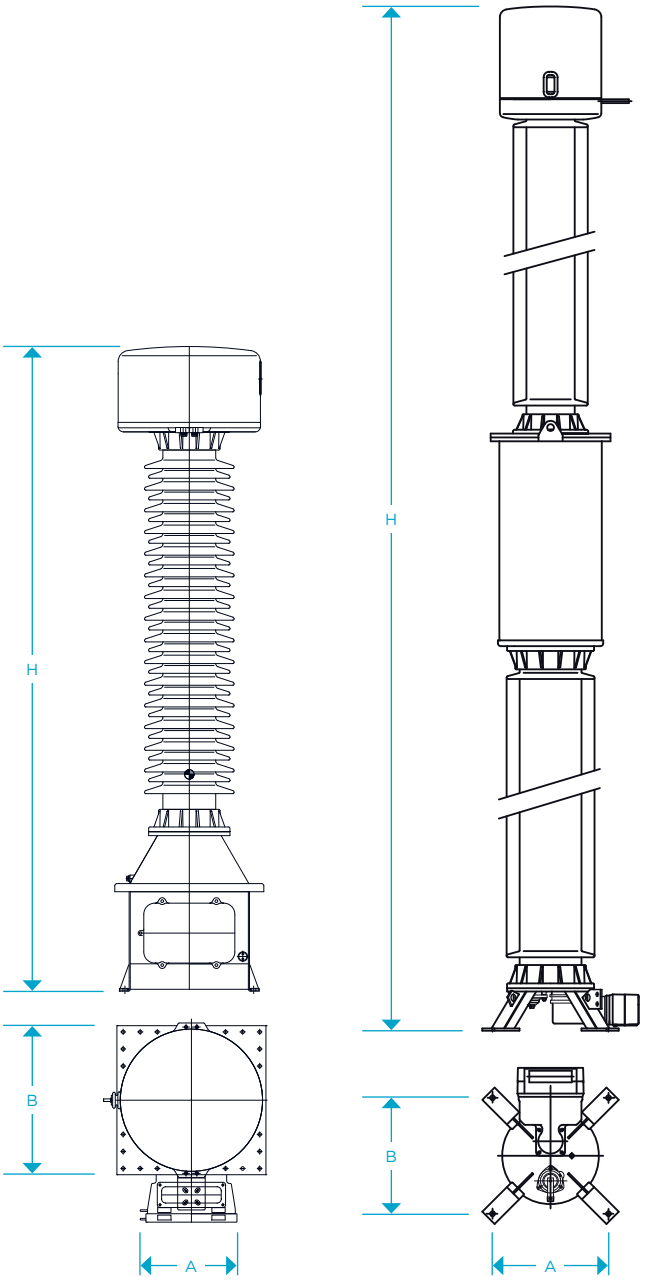
Esta serie se denomina con las letras UT seguidas de 1 letra adicional y 2 o 3 números que indican la tensión máxima de servicio para la que han sido diseñados.

La tabla de la siguiente página muestra la gama fabricada actualmente por ARTECHE. Estas características son orientativas. ARTECHE puede fabricar estos transformadores en conformidad con cualquier norma nacional o internacional.

Arrollamientos secundarios para:

- Protección: todos los tipos posibles.
- Medición: clases de precisión para cualquier necesidad de medición o facturación (incluyendo la clase de alta precisión 0,1 / 0,15 con gama extendida en corriente).

Número de arrollamientos secundarios: según las necesidades, puede haber hasta 4 secundarios o más en un solo dispositivo.





Aislamiento de papel-aceite > Modelo UT

Modelo	Tensión máxima de servicio (kV)	Tensiones de ensayo			Potencia térmica (VA)	Línea de fuga estándar (mm)	Dimensiones		Peso (kg)
		Frecuencia industrial (kV)	Impulso (BIL) (kVp)	Maniobra (kVp)			A x B (mm)	H (mm)	
UTB-52	52	95	250	-	1500	1300	350x350	1385	100
UTD-52	52	95	250	-	2000	1300	350x350	1470	150
UTB-72	72.5	140	325	-	1500	1825	350x350	1385	100
UTD-72	72.5	140	325	-	2000	1825	350x350	1470	150
UTE-72	72.5	140	325	-	2500	1825	350x475	1760	255
UTE-100	100	185	450	-	2000	2500	350x475	1760	255
UTD-123	123	230	550	-	3000	3075	350x475	2160	300
UTE-123	123	230	550	-	3500	3075	350x475	2160	310
UTE-145	145	275	650	-	3500	3625	350x475	2160	310
UTE-170	170	325	750	-	3500	4250	350x475	2320	350
UTF-245	245	460	1050	-	3500	6125	450x450	3182	510
		395	950						
UTG-245	245	460	1050	-	3500	6125	500x640	3655	810
		395	950						
UTG-300	300	460	1050	850	3500	7500	500x640	3655	810
UTF-420	420	630	1425	1050	3500	10500	600x600	5300	1300
		575	1300	950					
UTF-525	550 (525)	680	1550	1175	3500	13125	600x600	6220	1630

Estas dimensiones y pesos son aproximados y se basan en los requisitos estándar.

Para obtener valores detallados, por favor consulte con Arteche.

Celdas de distribución primaria

221



CBGS-0

Celdas blindadas con aislamiento en SF6
24/36kV - 1250/1600/2000A - 25/31,5kA

En línea con las necesidades de nuestros clientes

En un sector, tan exigente como es el energético, es necesaria la máxima colaboración entre todos los que formamos parte de él, sumando esfuerzos que estén claramente orientados hacia la consecución de un servicio óptimo para los clientes y usuarios finales.

Un principio para el que en MESA tenemos establecidas políticas de colaboración permanentes con las principales compañías eléctricas, con los fabricantes de aerogeneradores más relevantes, con las principales empresas instaladoras, ingenierías y usuarios finales de forma que las necesidades y requerimientos de nuestros clientes puedan ser desarrollados e implementados en nuestros productos.

Integrada dentro del grupo Schneider Electric, MESA fue fundada en 1947. Actualmente, cuenta con unas instalaciones de más de 20.000 m^2, con las últimas tecnologías en materia de eficiencia energética, en las que se incluyen un centro de I+D+i y un laboratorio de potencia para ensayos propios.

Cuenta con certificaciones y homologaciones emitidas por organismos y laboratorios oficiales, tanto locales como internacionales, entre los que se encuentran aseguramiento de la calidad ISO-9001, gestión medioambiental ISO-14001 y sistemas de gestión de salud y seguridad laboral OHSAS-18001.

Sólo así es posible aportar soluciones innovadoras en media y alta tensión en más de 100 países.







Como consecuencia de la constante evolución normativa y de diseño, las características de los equipos descritos en este catálogo pueden cambiar sin previo aviso. Tanto la disponibilidad de estos equipos, como sus características, solamente nos comprometen a partir de su confirmación por parte de nuestro departamento técnico-comercial.

Índice

Presentación general

Presentación 4
Descripción básica 5
Unidades funcionales 7

Unidades funcionales

Protección de transformador 8
Protección de línea 9
Acoplamiento-Remonte 10
Celda de unión / seccionador 11
Interruptor-seccionador 12
Servicios auxiliares 13

Supervisión y control

Transformadores de Intensidad 14
Transformadores de Tensión 15

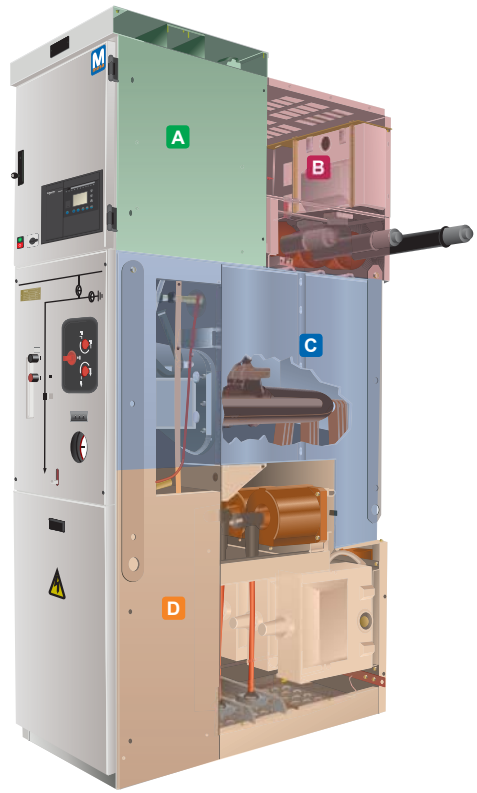
Aparamenta

Seccionador de 3 posiciones 16
Interruptor-seccionador 17
Interruptor-seccionador con fusibles 18
Interruptor Automático 20
Interruptor Automático. Mecanismos operativos 21
Embarrado general 24

Instalación

Cables de potencia 25
Esquema orientativo de subestación de 2000A 28
Obra civil 29

Presentación



A. Cajón Baja Tensión
B. Embarrado
C. Cuba SF6
D. Cables de potencia

Cada conjunto CBGS-0 está constituido por varias unidades funcionales (celdas) ensambladas entre sí.

Cada unidad funcional por su parte, contiene todos los elementos necesarios para cumplir su función.

La interconexión entre las diferentes celdas (unidades funcionales) se realiza por medio del embarrado con aislamiento sólido apantallado, el cual se encuentra fuera de la cuba de SF6.

La calidad de la puesta a tierra de todos los compartimientos metálicos de la celda, queda asegurada mediante la conexión de la barra de tierra de cada compartimiento, al embarrado general colector de tierras de la celda.

Las bandejas para el paso de los cables de interconexión en Baja Tensión están situadas en la parte superior de la celda, sobre el compartimiento de Baja Tensión.

La celda

Cada celda está compuesta exteriormente por un conjunto de paneles (RAL 9002), chapas y bastidor metálico, todos ellos puestos a tierra.

Se compone de cuatro compartimientos independientes.

El compartimiento (cajón) de Baja Tensión, separado de la zona de Media Tensión, está situado en la parte superior delantera de la celda y contiene opcionalmente los relés tipo Sepam (otros modelos consultar) y el resto de los elementos auxiliares de protección y control en Baja Tensión.

El embarrado principal, que utiliza aislamiento sólido y apantallado puesto a tierra, está situado en la parte superior trasera de la celda, fuera del compartimiento de SF6.

En este compartimiento, también pueden ir instalados opcionalmente, transformadores de medida:

- Transformadores de Tensión enchufables (opcional).
- Transformadores toroidales de intensidad (opcional).

Esta posibilidad evita la necesidad de celdas específicas de medida.

El compartimiento (cuba de SF6) conteniendo la aparamenta de corte y/o maniobra, esta situado en la parte central de la celda y a él se conectan los cables de potencia y el embarrado general a través de pasatapas.

Este es el único compartimiento (sellado de por vida) de la celda, que utiliza gas SF6 como medio de aislamiento y en su interior se encuentran uno o varios de los siguientes elementos:

- Seccionador de tres posiciones.
- Embarrado interior y conexiones.
- Interruptor Automático.
- Interruptor-seccionador.
- Interruptor-seccionador asociado con fusibles.

El compartimiento de conexión de cables de entrada/salida en Media Tensión, está situado en la parte baja de la celda, con acceso desde la zona frontal y contiene:

- Pasatapas para conexión de los terminales de los cables de Media Tensión.
- Bridas para sujeción individual de cada cable de potencia.
- Transformadores toroidales de intensidad sobre los pasatapas (opción).
- Transformadores de Tensión enchufables mediante cables de Media Tensión (opción).
- Facilidades para la realización de la prueba de aislamiento de cables Media Tensión, sencilla y segura.



AENOR
Gestión Ambiental
CGM-97/037

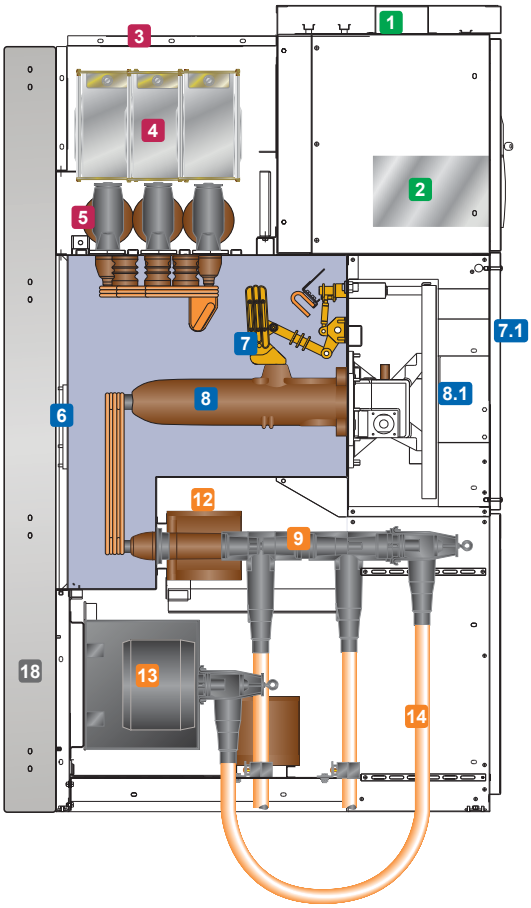
Medio ambiente

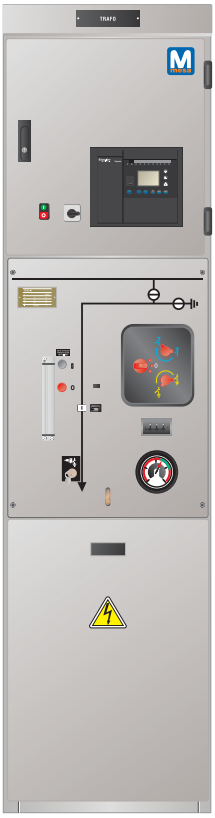
Las celdas CBGS-0 han sido concebidas en el cuidado del medio ambiente: los materiales utilizados están identificados, siendo fácilmente separables y reciclables. Además, el SF6 puede ser recuperado y, después de tratamiento adecuado, ser reutilizado.

El sistema de gestión medioambiental adoptado por MESA está certificado conforme a los requerimientos establecidos en la norma ISO 14001 “RoHS Compliant”.

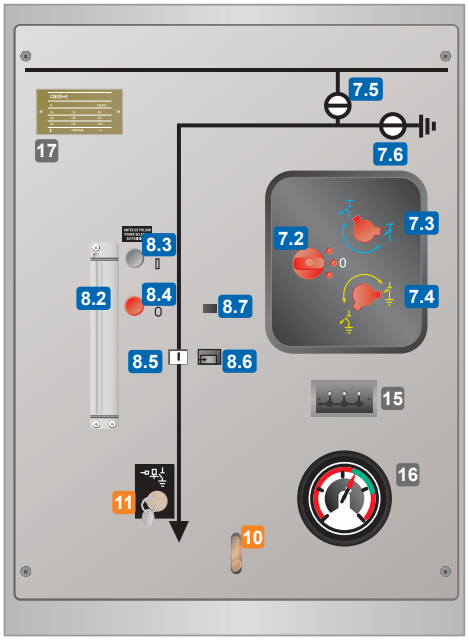
CBGS-0
Presentación general

Descripción básica





Detalle del panel frontal de mecanismos y sinóptico



Cajón de Baja Tensión:

1. Bandeja para cables de Baja Tensión.
2. Relés de protección y control (opcional).

Embarrado general enchufable, con aislamiento sólido unipolar y pantalla exterior puesta a tierra:

3. Cerramiento del compartimiento de barras generales.
4. Transformadores de Tensión (opcional) enchufables en las barras generales.
5. Transformadores toroidales de Intensidad (opcionales) en las barras generales.

Cuba metálica (2,5 mm Inox.) llena de SF6, sellada de por vida:

6. Clapeta de expulsión de gases.
7. Seccionador de tres posiciones:
   - 7.1. Mando del seccionador.
   - 7.2. Selector del mando del seccionador.

   • Puntos de accionamientos por palanca:
   - 7.3. Seccionador: abierto-cerrado.
   - 7.4. Seccionador de tierra: abierto-cerrado.

   • Indicadores del seccionador de 3 posiciones:
   - 7.5. Indicador seccionador: abierto-cerrado.
   - 7.6. Indicador del seccionador de tierra: abierto-cerrado.
8. Interruptor Automático:
   - 8.1. Mando del Interruptor Automático.
   - 8.2. Puntos de accionamiento por palanca de carga manual de muelles.

   • Pulsadores de cierre y apertura:
   - 8.3. Pulsador de cierre.
   - 8.4. Pulsador de apertura.

   • Indicadores mecánicos:
   - 8.5. Posición: abierto-cerrado.
   - 8.6. Carga de muelles.
   - 8.7. Contador de maniobras.

Compartimiento cables de potencia:

9. Conectores de cables de potencia.
10. Pestillo de apertura-cierre de la puerta del compartimiento de cables de potencia.
11. Cerradura de bloqueo puesta a tierra cables (opcional).
12. Transformadores de Intensidad (opcionales).
13. Transformadores de Tensión (opcionales).
14. Cables de conexión en Media Tensión para los transformadores de tensión (opcionales).
15. Indicadores capacitivos de presencia de tensión en cada fase.
16. Manómetro indicador de la presión de SF6 en el interior de la cuba.
17. Placa de características.
18. Canal de evacuación de gases (opcional).

Descripción básica

Normas

IEC 62271-1

Cláusulas comunes a las normas aplicables a la aparamenta de Alta Tensión.

IEC 62271-100

Interruptores automáticos de corriente alterna para AT.

IEC 62271-200

Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52kV.

IEC 62271-102

Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna para Alta Tensión.

IEC 62271-103

Interruptores de Alta Tensión - Parte 1: interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores a 52kV.

IEC 62271-105

Combinados interruptor-fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

IEC 60044-1

Transformadores de Intensidad.

IEC 60044-2

Transformadores de Tensión.

ANSI

Solución CBGS-0 de acuerdo a normativa ANSI (a consultar).





Tensión nominal (kV)		24 [4]	36 [4]
Nivel de aislamiento (kV)	A frecuencia industrial, 50 Hz (KV eficaces)	50	70
	A onda de choque tipo rayo (kV cresta)	125	170
Intensidad nominal (A)	Embarrado	...2000	
	Derivaciones	630	
		1250	
		1600	
		2000	
Intensidad nominal de corte (kA)		25/31,5	
Capacidad de cierre en cortocircuito (kA cresta)		63/80	
Intensidad nominal de corta duración (kA/s)		Max 25/3-31,5/3	
Resistencia frente a arcos internos IAC AFL-AFLR (kA/1s)		25/31,5	
Presión nominal relativa de gas SF6 a 20°C (bar)		0,30	
Grado de protección	Compartimentos de AT	IP65	
	Compartimento de BT	IP3X-IP41	

La aparamenta bajo envolvente metálica puede presentar diferentes posibilidades de acceso en las distintas caras de la envolvente de acuerdo a la clasificación de resistencia a arcos internos. A efectos de identificación de las diferentes caras, se utilizará el siguiente código (con arreglo a la norma IEC 62271-200).

A: acceso restringido a personal autorizado
F: acceso a cara frontal
L: acceso a cara lateral
R. acceso a cara posterior

Condiciones de funcionamiento

Condiciones normales de funcionamiento [1], con arreglo a la IEC 62271-1 para aparamenta en interiores:

- **Temperatura ambiente:**
  - Inferior o igual a 40 °C.
  - Inferior o igual a 35 °C de media a lo largo de 24 horas.
  - Superior o igual a –5 °C.
- **Vibraciones:** ausencia de vibraciones por causas externas a la propia celda [2].
- **Altitud:**
  - Inferior a 1000 m sobre el nivel del mar [3].
- **Atmósfera:**
  - Sin polvo, humo, gas y vapor corrosivo o inflamable, sal, etc. (aire industrial limpio).
- **Humedad:**
  - Humedad relativa media en un período de 24 horas: 95%.
  - Humedad relativa media en un período de 1 mes: 90%.
  - Presión del vapor media en un período de 24 horas: 2,2 kPa.
  - Presión del vapor media en un período de 1 mes: 1,8 kPa.

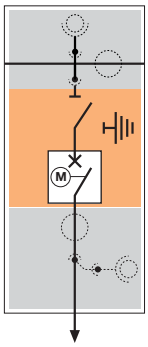
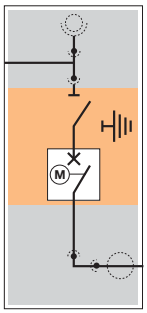
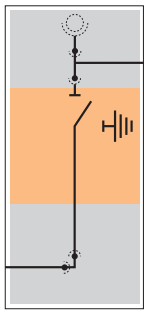
Condiciones específicas de funcionamiento (consúltenos)

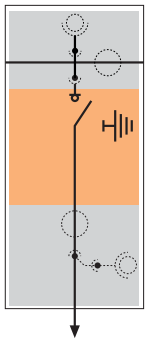
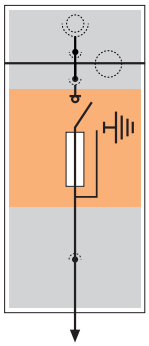
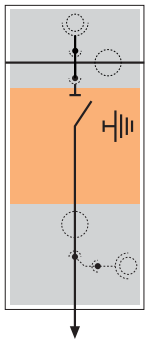
CBGS-0 ha sido desarrollado para cumplir las siguientes condiciones específicas:

- Temperaturas extremas de funcionamiento.
- Atmósferas corrosivas.
- Altitud superior a 1000 m.s.n.m.

[1] Para otras condiciones, por favor consultar a MESA.
[2] Para celdas con ensayo sísmico, por favor consultar a MESA.
[3] Para altitudes superiores, por favor consultar a MESA.
[4] Hasta 27kV / 38kV (ANSI / IEEE).

Unidades funcionales

Protección de Transformador o Línea	Acoplamiento*	Remonte*
		

Interruptor-Seccionador	Servicios Auxiliares	Unión-Seccionador
		

** Dos opciones: conexión por barra o conexión por cable.*



4. Línea aéreo – subterránea 30 kV

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

Serie

UNE 207017

Tipo C Atornillada

Adaptado al nuevo Reglamento

R.D. 223/2008





iMEDEXSA

SERIE NORMA UNE 207017
TIPO C

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las torres de esta serie han sido diseñadas en cumplimento a las especificaciones indicadas en la NORMA UNE 207017 (antigua RECOMENDACIÓN UNESA 6704-A), habiendo pasado con éxito todos los ensayos prescritos en la norma.

La serie se compone de siete familias:

C-500/C-1000/C-2000/C-3000/C-4500/C-7000/C-9000

Los apoyos están formados por:

(a) Cabeza: prismática de sección cuadrada con siete campos de 600 mm. taladrada para adosar las crucetas en diferentes combinaciones. Forma un cuerpo único soldado.

(b) Fuste: tronco piramidal, de sección cuadrada, formado por distintos tramos según la altura a conseguir. Cada tramo se compone de cuatro montantes de longitud en torno a los 4 m. unidos por celosía sencilla atornillada.

(c) Armados: se realizan a partir de semicrucetas atornilladas de diferente longitud, lo que permite una amplia variedad de combinaciones.

Nuestros Departamentos Técnico y Comercial les pueden ampliar cualquier información que precisen.

2. ESFUERZOS ÚTILES

Los esfuerzos que soportan las torres según UNE 207017, se especifican en el cuadro adjunto en Kg, no obstante, pueden soportar mayores esfuerzos que no se indican por no ajustarse a la norma.

Tipo	C-500	C-1.000	C-2.000	C-3.000	C-4.500	C-7.000	C-9.000
Esfuerzo útil (C.S. = 1,5)	510	1020	2039	3058	4587	7136	9175
Hielo (C.S. = 1,5)	719	1179	2270	3299	4871	7519	9378
Desequilibrio (C.S. = 1,2)	903	1482	2831	4113	6078	9419	11739
Torsión (C.S. = 1,2)	510	714	1427	1427	1427	2549	2549
Rotura Protección (C.S. = 1,2)	830	1350	2605	3630	4270	4270	4270
Esfuerzo Vertical	612	612	612	816	816	1222	1222

- Esfuerzo útil (C.S. = 1,5): Esfuerzo horizontal disponible en el extremo superior de la cabeza con coeficiente de seguridad 1,5 y aplicado simultáneamente con viento sobre la torre de 120 km/h y cargas verticales según cuadro.
- Hielo (C.S. = 1,5): Esfuerzo horizontal disponible en punta de cabeza sin viento, simultáneo con las cargas verticales especificadas.
- Desequilibrio (C.S. = 1,2): Esfuerzo horizontal disponible en punta de cabeza sin viento, simultáneo con las cargas verticales especificadas.
- Torsión (C.S. = 1,2): Esfuerzo horizontal disponible aplicado en el extremo de una cruceta de 1,5 m. de longitud situada en punta de cabeza con coeficiente de seguridad 1,2 simultáneo con las cargas verticales especificadas en el cuadro.
- Rotura de Protección (C.S. = 1,2): Esfuerzo máximo por rotura de cable de protección aplicado en una cúpula de 1,5 m.

3. ALTURAS Y PESOS

Las diferentes alturas se consiguen a base de unir cabeza con diferentes tramos y anclaje correspondiente, de forma que los tramos siempre son comunes.

En el cuadro adjunto se dan las alturas totales (HT) y alturas desde punta de cabeza (HPC) a suelo para cimentaciones en terreno normal (k = 12), para otros tipos de terreno , la altura desde punta de cabeza se deduce acorde a la diferencia de profundidaes de su respectiva cimentación respecto a la de terreno normal.(Ver cuadro de cimentaciones).

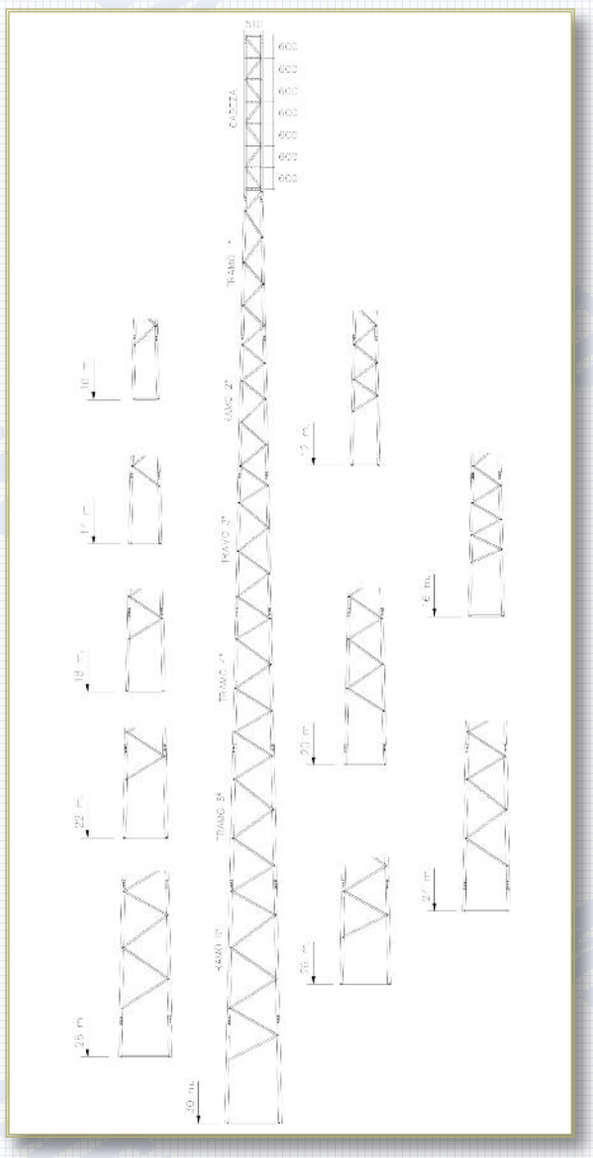
A partir de estas alturas pueden obtenerse las útiles de los apoyos sumando o restando la cota "b" del armado elegido.

Existe una cabeza más larga que las anteriormente indicadas, denominadas Cabezas Largas, en las que la cota "b" es de 2,40 m. Los esfuerzos que soportan los apoyos con esta cabeza son los que corresponden a los armados con cabeza de b = 1,20 m. para cada una de las hipótesis.

Nota: Nuestro Departamento Técnico desarrolla cualquier altura no contemplada en este catálogo.

A continuación se relacionan los pesos totales en Kg. de las distintas torres galvanizadas, compuestas por cabeza y fuste, con su tornillería.

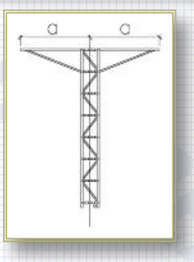
ALTURA NOMINAL		ESFUERZOS						
		500	1.000	2.000	3.000	4.500	7.000	9.000
10	HPC	8,8	8,37	8,29	8,1	7,7	...	...
	Peso	242	249	383	471	598	...	...
12	HPC	10,75	10,31	10,04	10,04	9,63	9,58	9,42
	Peso	301	306	465	577	749	1112	1294
14	HPC	12,71	12,28	12,14	11,8	11,59	11,57	11,42
	Peso	356	386	568	705	931	1303	1513
16	HPC	14,67	14,24	14,09	13,86	13,53	13,57	13,42
	Peso	413	447	661	832	1082	1510	1729
18	HPC	16,65	16,21	16,12	15,73	15,52	15,61	15,46
	Peso	472	530	790	977	1289	1753	2052
20	HPC	18,44	18,2	18,1	17,71	17,5	17,58	17,43
	Peso	541	602	906	1117	1498	1948	2310
22	HPC	20,6	20,16	20,07	19,68	19,47	19,57	19,41
	Peso	630	708	1015	1282	1690	2216	2600
24	HPC	22,58	22,14	22,05	21,65	21,44	21,69	21,41
	Peso	715	800	1155	1458	1889	2454	2867
26	HPC	24,35	24,32	24,04	23,72	23,44	23,55	23,51
	Peso	780	902	1271	1625	2134	2708	3246
28	HPC	26,53	26,11	26,01	25,62	25,41	25,56	25,45
	Peso	872	994	1426	1790	2370	2997	3550
30	HPC	28,32	28,29	27,83	27,61	27,41	27,45	27,41
	Peso	940	1102	1556	1942	2578	3315	3965



4. ARMADOS

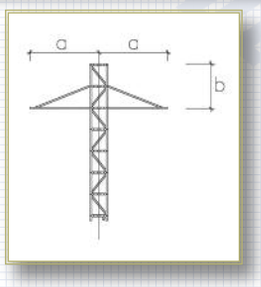
Tipo "L"

Tipo	Peso (Kg)		
	a (m)	500/4.500	7.000/9.000
L0	1,00	30	56
L1	1,25	36	74
L2	1,50	42	104
L3	1,75	46	114
L4	2,00	66	128



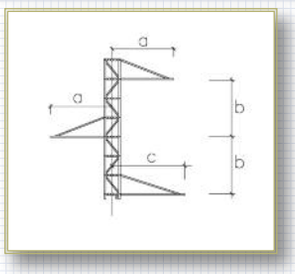
Tipo "T"

Tipo	Peso (Kg)			
	a (m)	b (m)	500/4.500	7.000/9.000
T0	1,00	0,60	30	56
T1	1,25	0,60	36	74
T2	1,50	0,60	42	104
T3	1,75	1,20	46	114
T4	2,00	1,80	66	128



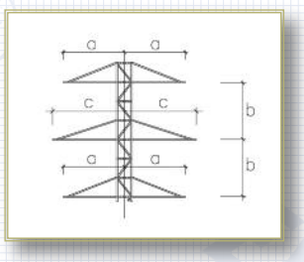
Tipo "S"

Tipo	Peso (Kg)				
	a (m)	b (m)	c (m)	500/4.500	7.000/9.000
S0	1,00	1,20	1,25	48	93
S1	1,25	1,20	1,50	57	126
S2	1,50	1,20	1,75	65	161
S21	1,50	1,80	1,75	65	161



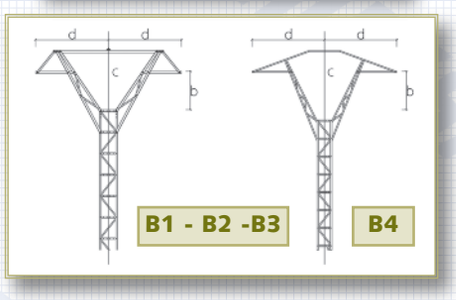
Tipo "N"

Tipo	Peso (Kg)				
	a (m)	b (m)	c (m)	500/4.500	7.000/9.000
N0	1,00	1,20	1,25	96	186
N1	1,25	1,20	1,50	114	252
N2	1,50	1,80	1,75	130	322



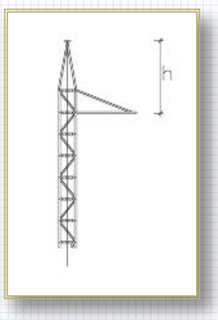
Tipo "B"

Tipo	Peso (Kg)			
	d (m)	b (m)	c (m)	500/4500
B1	1,50	0,70	1,15	154
B2	2,00	1,00	1,60	208
B3	2,50	1,00	1,60	241
B4	3,00	0,90	2,00	340



Cúpula de tierra

Tipo	h (m)	Peso (Kg)
C-500 a C-4500	1,5	27
C-7000 a C-9000	1,5	27



Para otras configuraciones de armados emplearemos un código de cinco dígitos, comenzando con una letra (S o N, en los casos de tresbolillo o doble circuito, respectivamente) seguido de cuatro números correspondientes a las dimensiones de los esquemas anteriores denominados 'b', 'a', 'c' y 'h' y en el mismo orden.

El código seguirá la siguiente estructura:

"Sbach" o "Nbach"

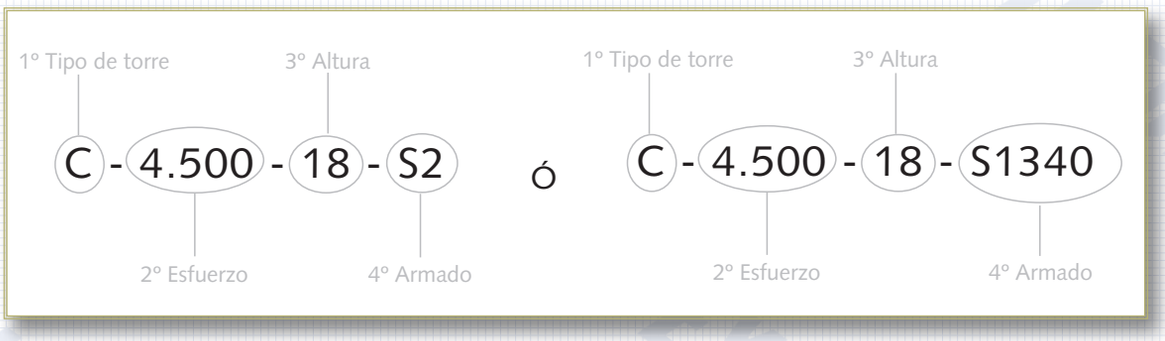
Ejemplo: Tresbolillo, b = 1,2 m.; a = 1 m.; c = 1,5 m; sin cúpula. Su denominación será: S1130

COTAS	CÓDIGOS				
	1	2	3	4	5
b (m)	1,2	1,8	2,4	...	...
a / c (m)	1	1,25	1,5	1,75	2
h (m)	1,5	...	...	...	...

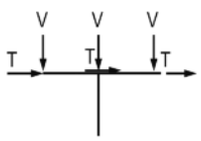
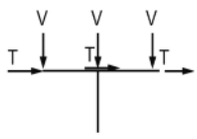
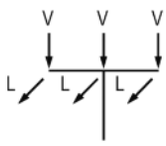
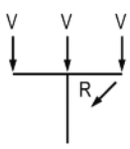
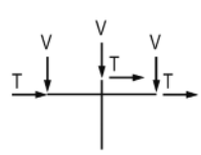
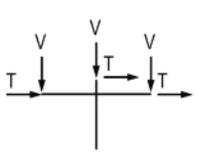
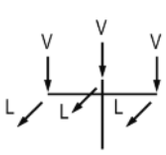
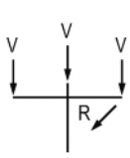
5. DESIGNACIÓN

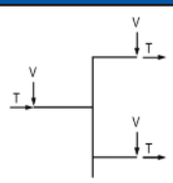
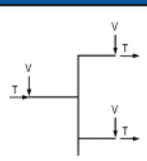
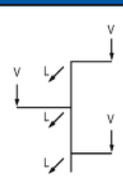
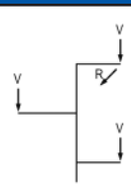
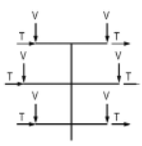
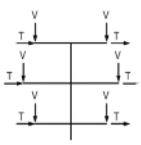
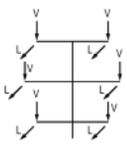
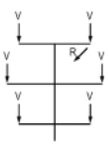
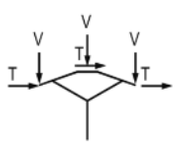
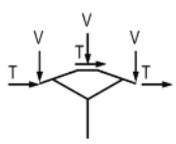
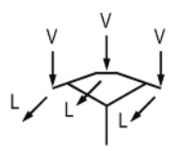
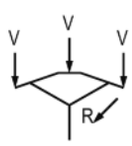
A este tipo de torre se le designa con la letra "C", la cual deberá ir seguido del esfuerzo, altura total y armado requerido.

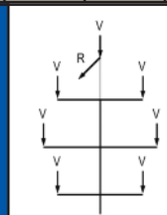
Así una torre de 4.587 Kg. de esfuerzo en punta, 18 m. de altura total y armado tresbolillo tipo S2 se designará de cualquiera de las dos formas siguientes:



6. ESFUERZOS ÚTILES POR FASE EN ARMADOS

	1ª H. VIENTO C.S.=1,5 con viento					2ª H. HIELO C.S.=1,5 sin viento					3ª H. DESEQUILIBRIO C.S.=1,2 sin viento					4ª H. TORSIÓN C.S.=1,2 sin viento				
ARMADO "L"																				
	L0	L1	L2	L3	L4	L0	L1	L2	L3	L4	L0	L1	L2	L3	L4	L0	L1	L2	L3	L4
C-500	170	170	170	170	170	235	235	235	235	235	300	300	300	300	300	855	835	720	635	565
C-1.000	340	340	340	340	340	390	390	390	390	390	490	490	490	490	490	995	835	720	635	565
C-2.000	675	675	675	675	675	755	755	755	755	755	940	940	940	940	940	1975	1655	1430	1240	1100
C-3.000	1015	1015	1015	1015	1015	1095	1095	1095	1095	1095	1370	1370	1370	1370	1370	1975	1655	1430	1240	1100
C-4.500	1530	1530	1530	1530	1530	1620	1620	1620	1620	1620	2025	2025	2025	2025	2025	2010	1680	1440	1260	1120
C-7.000	2395	2395	2395	2395	2395	2490	2490	2490	2490	2490	3120	3120	3120	3120	3120	3530	2680	2550	2005	1825
C-9.000	3060	3060	3060	3060	3060	3100	3100	3100	3100	3100	3880	3880	3880	3880	3880	3530	2980	2550	2155	1850
ARMADO "T"																				
	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4
C-500	175	175	175	180	185	245	245	245	250	260	310	310	310	315	325	855	835	720	635	565
C-1.000	350	350	350	355	360	405	405	405	425	440	510	510	510	535	555	995	835	720	635	565
C-2.000	690	690	690	700	715	780	780	780	805	830	975	975	975	1005	1045	1975	1655	1430	1240	1100
C-3.000	1035	1035	1035	1050	1065	1135	1135	1135	1175	1210	1410	1410	1410	1460	1510	1975	1655	1430	1240	1100
C-4.500	1560	1560	1560	1590	1615	1675	1675	1675	1730	1780	2085	2085	2085	2160	2215	2010	1680	1440	1260	1120
C-7.000	2440	2440	2440	2485	2535	2580	2580	2580	2660	2720	3235	3235	3235	3335	3415	3530	2680	2550	2005	1825
C-9.000	3155	3155	3155	3200	3255	3280	3280	3280	3435	3405	4110	4110	4110	4290	4260	3530	2980	2550	2155	1850

	1ª H. VIENTO C.S.=1,5 con viento				2ª H. HIELO C.S.=1,5 sin viento				3ª H. DESEQUILIBRIO C.S.=1,2 sin viento				4ª H. TORSIÓN C.S.=1,2 sin viento			
ARMADO "S"																
	S0	S1	S2	S21	S0	S1	S2	S21	S0	S1	S2	S21	S0	S1	S2	S21
C-500	185	185	185	190	260	260	260	275	340	340	340	355	835	720	635	635
C-1.000	365	365	365	375	460	460	460	490	580	580	580	620	835	720	635	635
C-2.000	730	730	730	750	860	860	860	895	1065	1065	1065	1125	1655	1430	1240	1240
C-3.000	1085	1085	1085	1110	1250	1250	1250	1305	1560	1560	1560	1630	1655	1430	1240	1240
C-4.500	1650	1650	1650	1630	1835	1835	1835	1830	2295	2295	2295	2320	1680	1440	1260	1260
C-7.000	2595	2595	2595	2670	2795	2795	2795	2880	3505	3505	3505	3620	2680	2550	2005	2005
C-9.000	3310	3310	3310	3310	3385	3385	3385	3380	4230	4230	4230	4260	2980	2550	2155	2155
ARMADO "N"																
	N0	N1	N2		N0	N1	N2		N0	N1	N2		N0	N1	N2	
C-500	95	95	100		135	135	140		170	170	180		835	720	635	
C-1.000	185	185	190		235	235	245		295	295	310		835	720	635	
C-2.000	365	365	375		435	435	430		545	545	545		1655	1430	1240	
C-3.000	545	545	560		630	630	655		785	785	820		1655	1430	1240	
C-4.500	825	825	805		920	920	925		1150	1150	1160		1680	1440	1260	
C-7.000	1290	1290	1325		1390	1390	1435		1745	1745	1800		2680	2550	2005	
C-9.000	1655	1655	1660		1690	1690	1695		2115	2115	2120		2980	2550	2155	
ARMADO "B"																
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
C-500	132	120	120	120	165	153	150	157	206	192	188	197	530	460	450	400
C-1.000	265	247	242	254	300	280	276	288	376	351	345	361	715	550	470	400
C-2.000	529	493	485	508	568	529	520	545	711	662	651	682	1430	1090	940	795
C-3.000	794	740	725	762	834	776	764	800	1043	971	955	1000	1435	1110	960	805
C-4.500	1192	1110	1092	1143	1232	1148	1129	1182	1541	1436	1412	1478	1435	1110	960	805

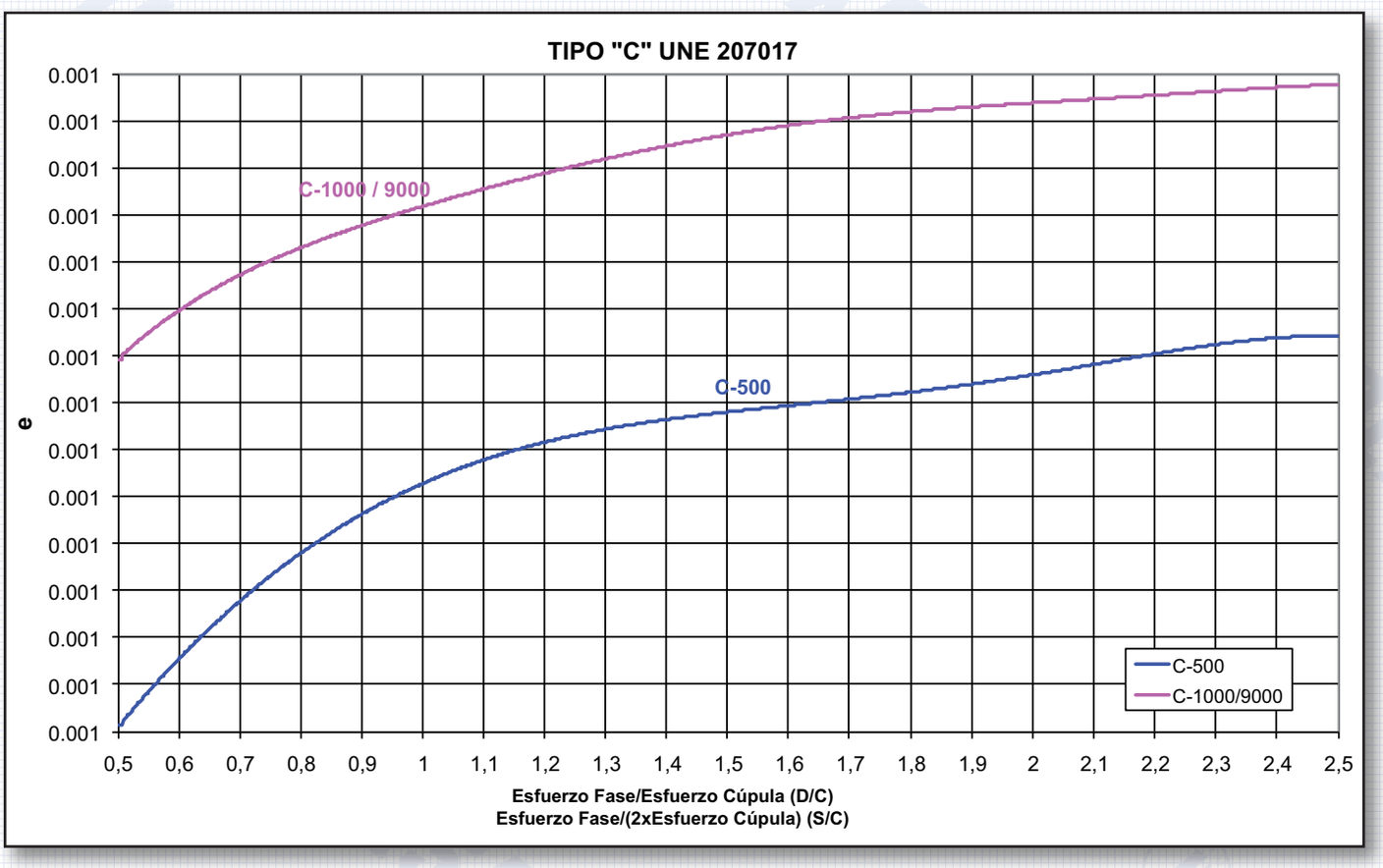
4ª H. ROTURA PROTECCIÓN C.S.=1,2 sin viento		C-500	C-1000	C-2000	C-3000	C-4500	C-7000	C-9000
		830	1350	2605	3630	4270	4270	4270

7. ESFUERZO HORIZONTAL QUE SOPORTAN LOS APOYOS CON CÚPULA

A partir de las gráficas siguientes, se pueden determinar cómo afectan al apoyo los esfuerzos transmitidos por el cable de tierra o la fibra óptica según la altura a la que están aplicados.

Conociendo el esfuerzo horizontal de fase y protección de cada hipótesis, podemos obtener un coeficiente que nos permita calcular el esfuerzo necesario para seleccionar correctamente el apoyo.

En el apartado 2.5. de la Introducción de este catálogo se explica la forma de proceder para la obtención de los datos en la gráfica adjunta. En la tabla incluida en el mismo apartado , pueden consultarse con mayor detalle todos los coeficientes de relación fase-cúpula.

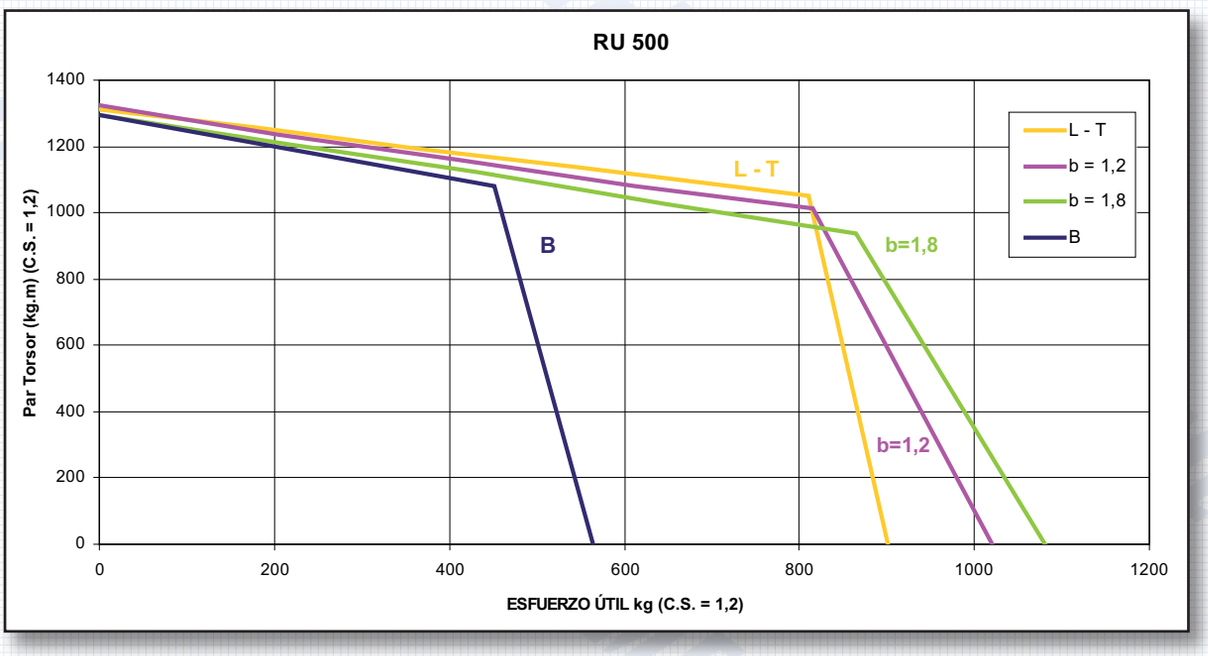


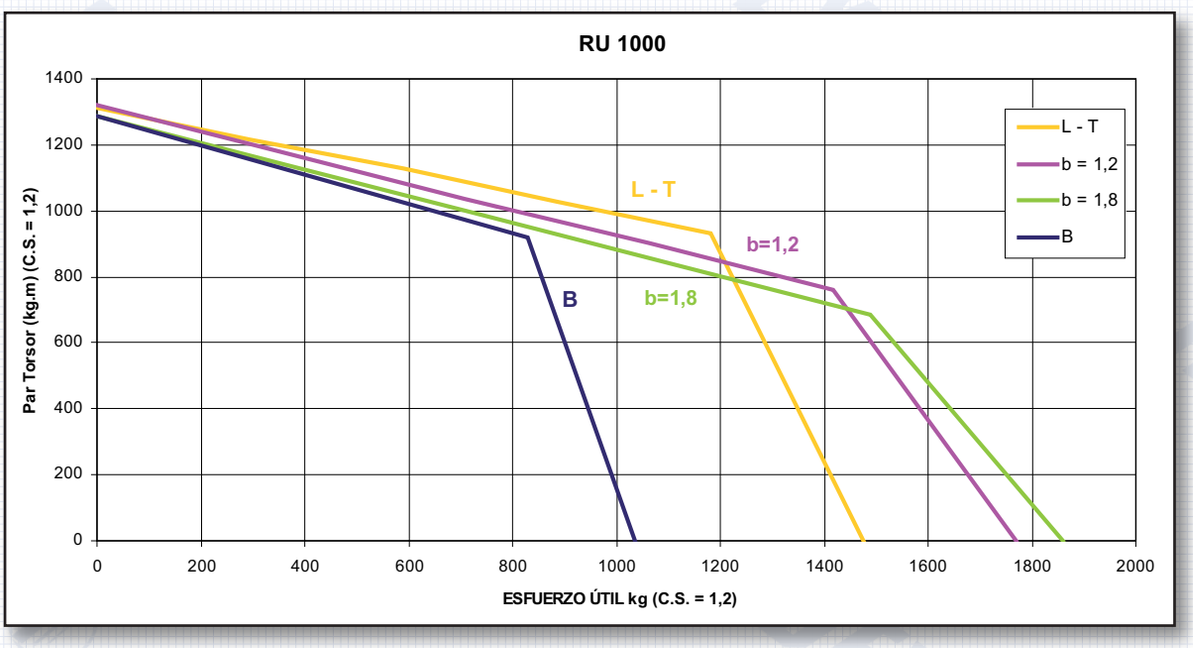
8. ACCIÓN COMBINADA DE ESFUERZO ÚTIL+PAR TORSOR

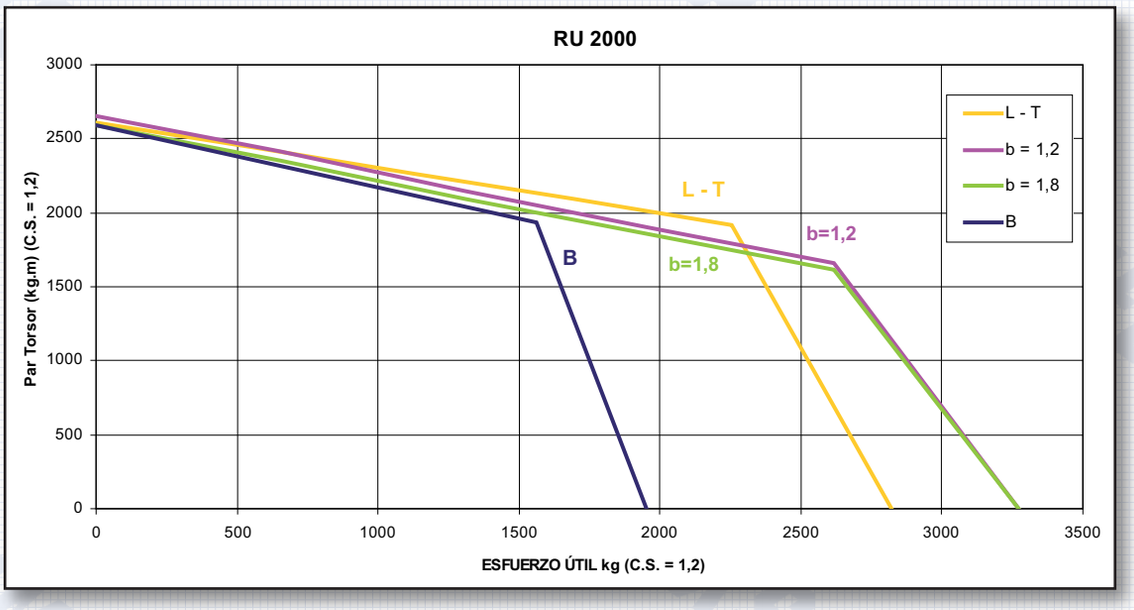
Las siguientes gráficas ayudan a determinar la validez de un apoyo cuando se encuentra sometido a la acción conjunta de torsión y flexión.

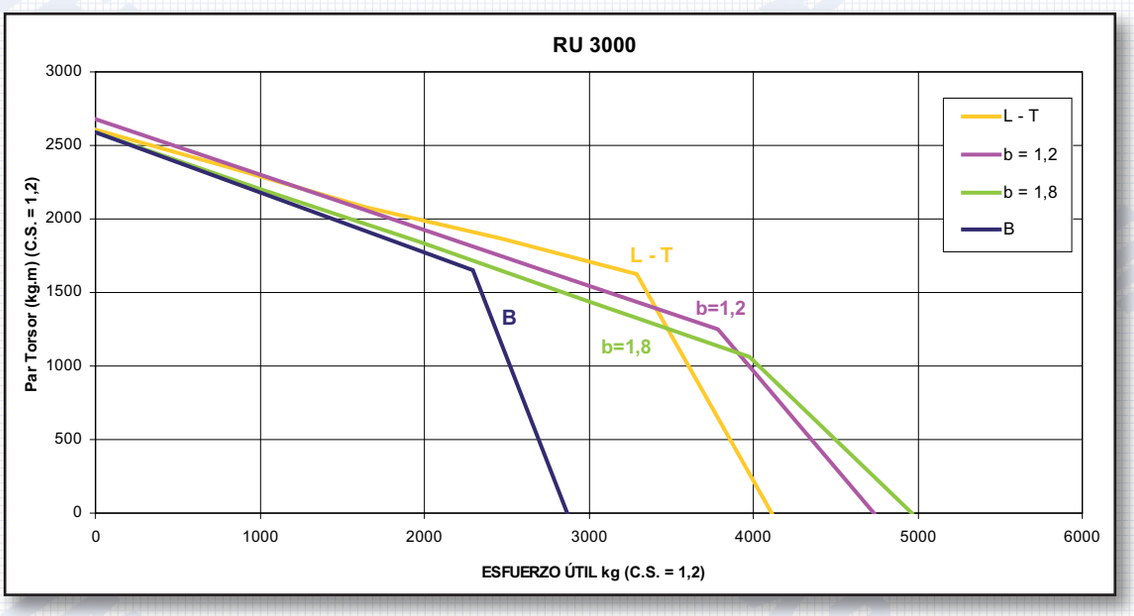
Cada línea representa el Par Torsor máximo soportado por el apoyo coexistente con diferentes esfuerzos útiles, para cada una de las diferentes cabezas.

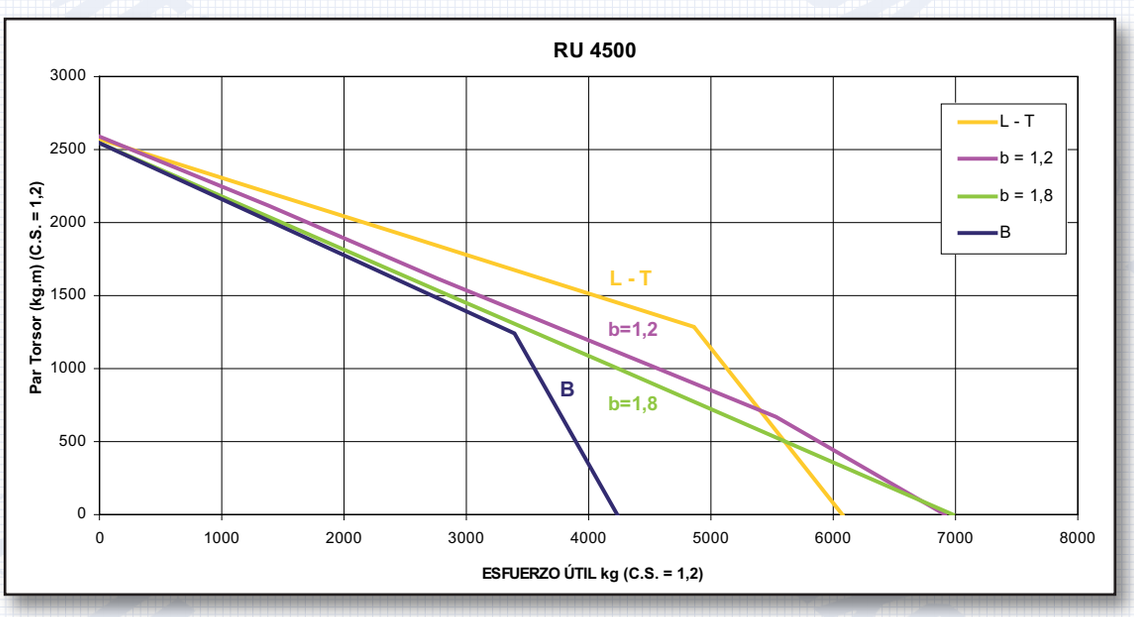
El coeficiente de seguridad de las gráficas es 1,2.
En el apartado 2.6. de la introducción de este catálogo se explica la metodología de uso de las siguientes gráficas.

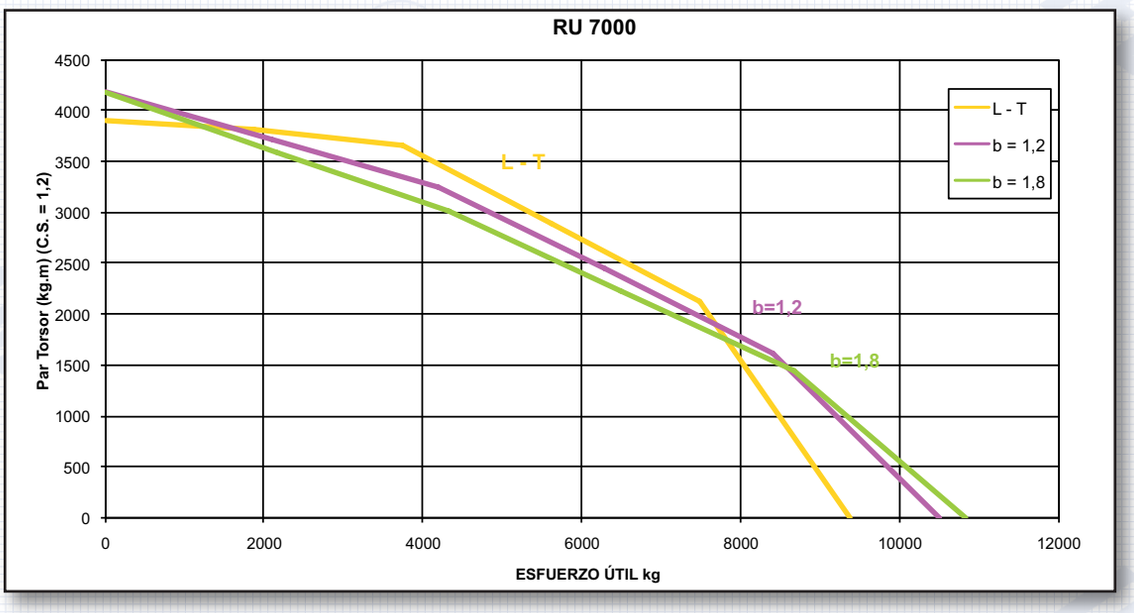


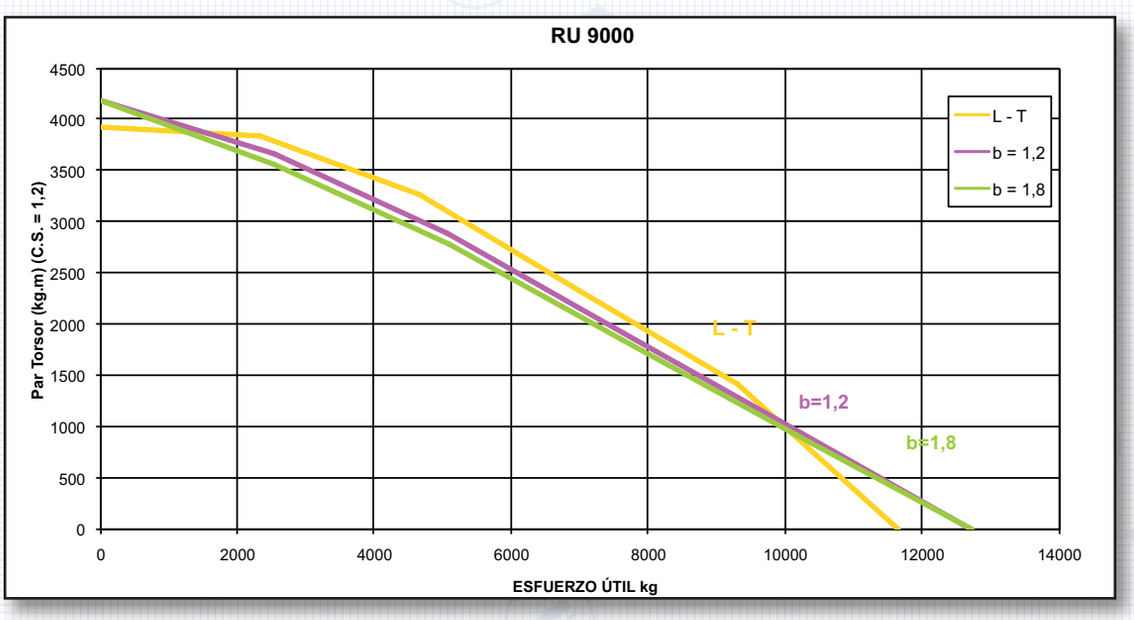



RU 2000
Par Torsor (kg.m) (C.S. = 1,2)
ESFUERZO ÚTIL kg (C.S. = 1,2)
L - T
b = 1,2
b = 1,8
B
L - T
b=1,2
b=1,8
B
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500


RU 3000
Par Torsor (kg.m) (C.S. = 1,2)
ESFUERZO ÚTIL kg (C.S. = 1,2)
L - T
b = 1,2
b = 1,8
B
L - T
b=1,2
b=1,8
B
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
4000
5000
6000


RU 4500
Par Torsor (kg.m) (C.S. = 1,2)
ESFUERZO ÚTIL kg (C.S. = 1,2)
L - T
b = 1,2
b = 1,8
B
L - T
b=1,2
b=1,8
B
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
4000
5000
6000
7000
8000


RU 7000
Par Torsor (kg.m) (C.S. = 1,2)
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
0
2000
4000
6000
8000
10000
12000
ESFUERZO ÚTIL kg
L - T
b = 1,2
b = 1,8
L - T
b=1,2
b=1,8


RU 9000
Par Torsor (kg.m) (C.S. = 1,2)
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
0
2000
4000
6000
8000
10000
12000
14000
ESFUERZO ÚTIL kg
L - T
b = 1,2
b = 1,8
L - T
b=1,2
b=1,8

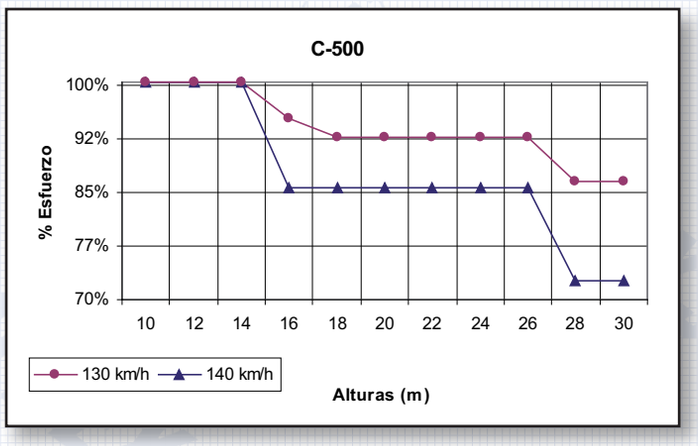
9. ESFUERZO QUE SOPORTAN LOS APOYOS SOMETIDOS A MAYORES VELOCIDADES DE VIENTO (1ª HIPÓTESIS)

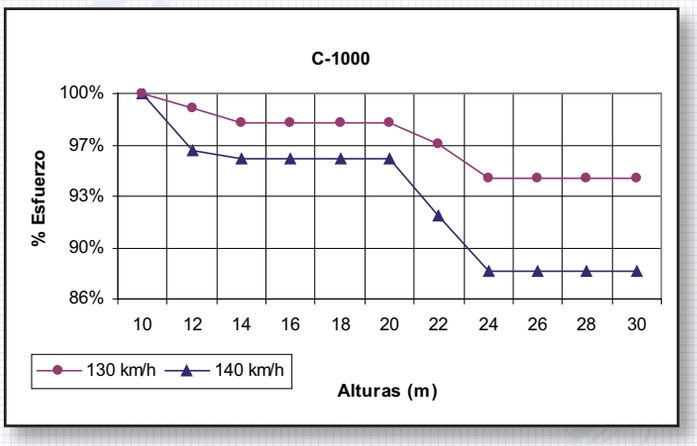
En el apartado 6, se expresan los esfuerzos considerados según el Reglamento, para velocidades de viento de hasta 120 km/h.

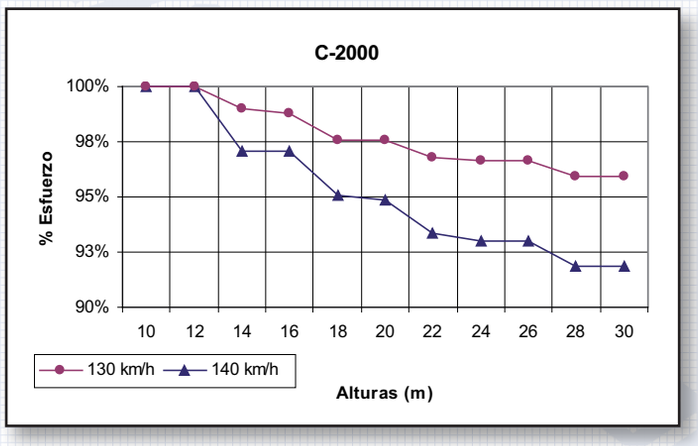
Sin embargo, cada día es más necesario conocer el comportamiento de los apoyos a velocidades superiores.

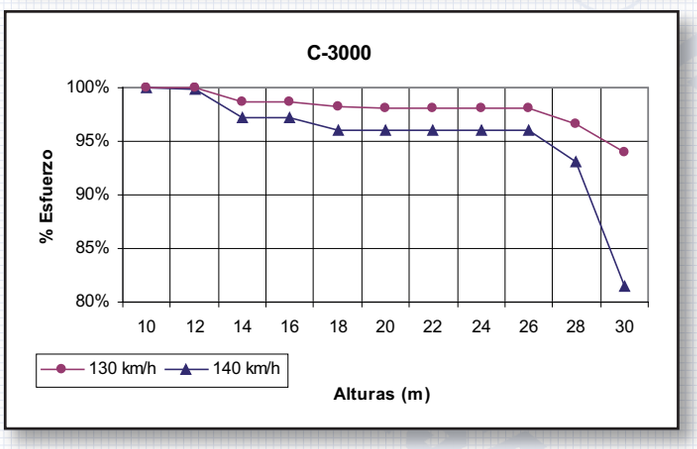
En nuestro afán de aportar la mayor información disponible y la mejor utilización de los apoyos, ofrecemos las gráficas para obtener los esfuerzos disponibles considerando velocidades de 130 y 140 km/h. (1ª Hipótesis del Reglamento).

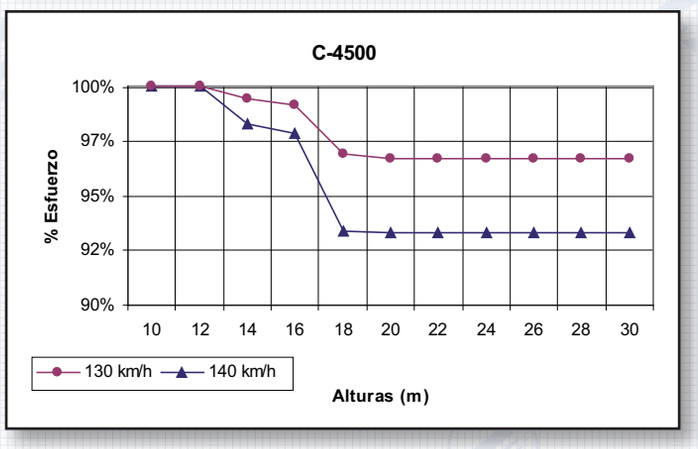
Para velocidades de viento superiores, consulte con el Departamento Técnico de IMEDEXSA.

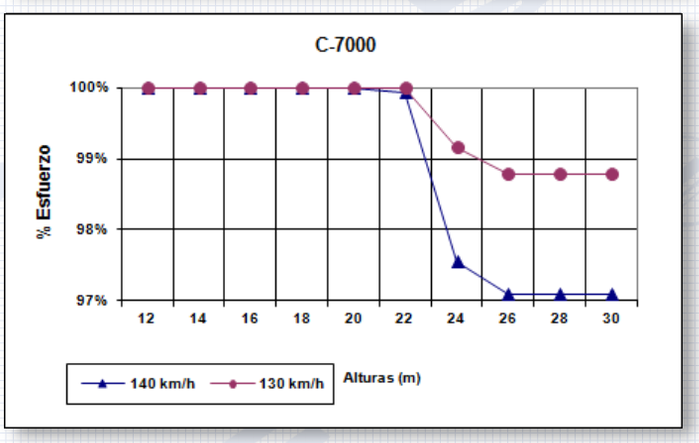


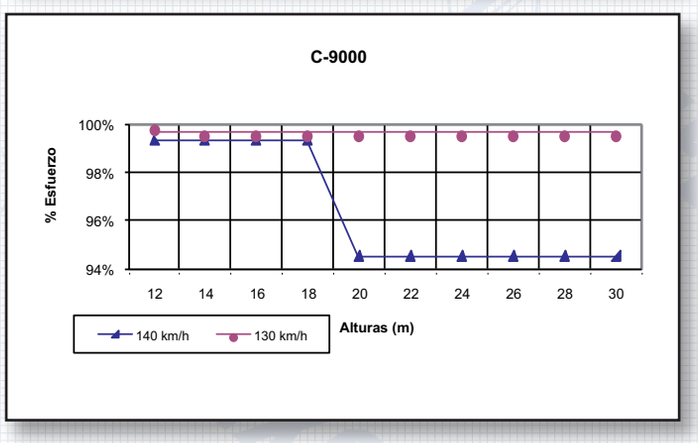








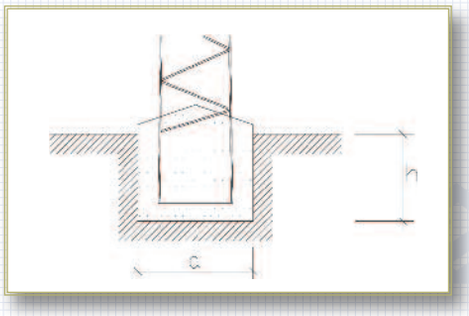




10. CIMENTACIONES

En el cuadro siguiente se indican las dimensiones y volúmenes aproximados de excavación de este tipo de torres.

Las cimentaciones se han calculado con la fórmula de Sulzberger para tres tipos diferentes de terrenos con coeficientes de compresibilidad de 8, 12 y 16 Kg/cm² x cm.



		K = 8							K = 12							K = 16						
		500	1.000	2.000	3.000	4.500	7.000	9.000	500	1.000	2.000	3.000	4.500	7.000	9.000	500	1.000	2.000	3.000	4.500	7.000	9.000
10	a	0,86	0,85	0,90	0,91	0,92	...	...	0,86	0,85	0,90	0,91	0,92	...	...	0,86	0,85	0,90	0,91	0,92	...	...
	h	1,55	1,80	2,11	2,32	2,54	...	...	1,40	1,63	1,91	2,10	2,30	...	...	1,31	1,52	1,78	1,96	2,14	...	...
	V	1,15	1,30	1,71	1,92	2,15	...	...	1,04	1,18	1,55	1,74	1,95	...	...	0,97	1,10	1,44	1,62	1,81	...	...
12	a	0,93	0,92	0,97	0,98	0,99	1,36	1,36	0,93	0,92	0,97	0,98	0,99	1,36	1,36	0,93	0,92	0,97	0,98	0,99	1,36	1,36
	h	1,60	1,86	2,16	2,39	2,62	2,84	2,67	1,45	1,69	1,96	2,16	2,37	2,42	2,58	1,35	1,57	1,83	2,02	2,21	2,27	2,40
	V	1,38	1,57	2,03	2,30	2,57	5,25	4,94	1,25	1,43	1,84	2,07	2,32	4,48	4,77	1,17	1,33	1,72	1,94	2,17	4,20	4,44
14	a	1,01	1,01	1,05	1,06	1,09	1,55	1,58	1,01	1,01	1,05	1,06	1,09	1,55	1,58	1,01	1,01	1,05	1,06	1,09	1,55	1,58
	h	1,64	1,90	2,22	2,43	2,67	2,68	2,84	1,49	1,72	2,01	2,20	2,41	2,43	2,58	1,39	1,61	1,88	2,05	2,25	2,31	2,43
	V	1,67	1,94	2,45	2,73	3,17	6,44	7,09	1,52	1,75	2,22	2,47	2,86	5,84	6,44	1,42	1,64	2,07	2,30	2,67	5,55	6,07
16	a	1,08	1,07	1,13	1,16	1,16	1,76	1,77	1,08	1,07	1,13	1,16	1,16	1,76	1,77	1,08	1,07	1,13	1,16	1,16	1,76	1,77
	h	1,68	1,95	2,26	2,47	2,72	2,68	2,85	1,53	1,76	2,05	2,24	2,47	2,43	2,58	1,42	1,72	1,91	2,08	2,35	2,31	2,41
	V	1,96	2,23	2,89	3,32	3,66	8,30	8,93	1,78	2,02	2,62	3,01	3,32	7,53	8,08	1,66	1,97	2,44	2,80	3,16	7,16	7,55
18	a	1,16	1,15	1,22	1,23	1,28	1,95	1,97	1,16	1,15	1,22	1,23	1,28	1,95	1,97	1,16	1,15	1,22	1,23	1,28	1,95	1,97
	h	1,71	1,98	2,29	2,51	2,74	2,68	2,85	1,55	1,79	2,08	2,27	2,48	2,43	2,59	1,45	1,72	1,94	2,12	2,40	2,31	2,41
	V	2,30	2,62	3,41	3,80	4,49	10,19	11,06	2,09	2,37	3,10	3,43	4,06	9,24	10,05	1,95	2,27	2,89	3,21	3,93	8,78	9,35
20	a	1,22	1,22	1,31	1,33	1,38	2,13	2,16	1,22	1,22	1,31	1,33	1,38	2,13	2,16	1,22	1,22	1,31	1,33	1,38	2,13	2,16
	h	1,74	2,01	2,32	2,53	2,76	2,68	2,85	1,58	1,82	2,10	2,29	2,50	2,43	2,59	1,50	1,72	1,96	2,20	2,40	2,31	2,46
	V	2,59	2,99	3,98	4,48	5,26	12,16	13,30	2,35	2,71	3,60	4,05	4,76	11,02	12,08	2,23	2,56	3,36	3,89	4,57	10,48	11,48
22	a	1,31	1,31	1,38	1,40	1,47	2,30	2,34	1,31	1,31	1,38	1,40	1,47	2,30	2,34	1,31	1,31	1,38	1,40	1,47	2,30	2,34
	h	1,77	2,03	2,35	2,56	2,79	2,68	2,85	1,60	1,84	2,13	2,32	2,53	2,43	2,59	1,53	1,72	1,98	2,20	2,40	2,31	2,46
	V	3,04	3,48	4,48	5,02	6,03	14,18	15,61	2,75	3,16	4,06	4,55	5,47	12,85	14,18	2,63	2,95	3,77	4,31	5,19	12,22	13,47
24	a	1,39	1,39	1,45	1,47	1,53	2,47	2,52	1,39	1,39	1,45	1,47	1,53	2,47	2,52	1,39	1,39	1,45	1,47	1,53	2,47	2,52
	h	1,79	2,05	2,38	2,60	2,83	2,68	2,85	1,62	1,86	2,15	2,35	2,56	2,44	2,59	1,53	1,73	2,01	2,20	2,40	2,35	2,46
	V	3,46	3,96	5,00	5,62	6,62	16,35	18,10	3,13	3,59	4,52	5,08	5,99	14,89	16,45	2,96	3,34	4,23	4,75	5,62	14,34	15,62
26	a	1,45	1,47	1,55	1,57	1,66	2,64	2,70	1,45	1,47	1,55	1,57	1,66	2,64	2,70	1,45	1,47	1,55	1,57	1,66	2,64	2,70
	h	1,81	2,07	2,39	2,61	2,83	2,68	2,85	1,65	1,88	2,16	2,36	2,56	2,45	2,59	1,54	1,75	2,02	2,20	2,40	2,41	2,49
	V	3,81	4,47	5,74	6,43	7,80	18,68	20,78	3,47	4,06	5,19	5,82	7,05	17,08	18,88	3,24	3,78	4,85	5,42	6,61	16,80	18,15
28	a	1,53	1,54	1,61	1,66	1,72	2,79	2,88	1,53	1,54	1,61	1,66	1,72	2,79	2,88	1,53	1,54	1,61	1,66	1,72	2,79	2,88
	h	1,84	2,09	2,41	2,62	2,86	2,68	2,85	1,67	1,89	2,19	2,38	2,59	2,45	2,59	1,56	1,77	2,04	2,22	2,42	2,45	2,49
	V	4,31	4,96	6,25	7,22	8,46	20,86	23,64	3,91	4,48	5,68	6,56	7,66	19,07	21,48	3,65	4,20	5,29	6,12	7,16	19,07	20,65
30	a	1,60	1,62	1,71	1,74	1,84	3,00	3,10	1,60	1,62	1,71	1,74	1,84	3,00	3,10	1,60	1,62	1,71	1,74	1,84	3,00	3,10
	h	1,85	2,11	2,42	2,64	2,86	2,71	2,85	1,68	1,91	2,19	2,39	2,59	2,55	2,59	1,61	1,79	2,04	2,28	2,42	2,55	2,49
	V	4,74	5,54	7,08	7,99	9,68	24,39	27,39	4,30	5,01	6,40	7,24	8,77	22,95	24,89	4,12	4,70	5,97	6,90	8,19	22,95	23,93

Cables de Aluminio o aleación con alma de acero para líneas aéreas



Construcción

Los cables de Aluminio o aleación con alma de acero son conductores cableados concéntricos, compuestos de una alma de acero del tipo ST1A y una o mas capas de hilos de aleación del tipo AL2.

Utilización

Los cables de Aluminio o aleación con alma de acero se utilizan normalmente en líneas aéreas.

Normas aplicables

UNE-EN 50 189 UNE-EN 50 183 UNE-EN 50 889 UNE-EN 50 182 UNE 21 018

Características eléctricas y dimensionales de los cables de Aluminio con alma de acero - AL1/ST1A

Designación		Sección (mm^2)			Nº de hilos		Diámetro hilos (mm)		Diámetro (mm)		Masa/ unidad compr.	Carga rotura nominal	Resistencia eléctr. máx. a 20ºC	Modulo elasticidad final	Coeficiente dilatación lineal	Capacidad nominal (1)
Nueva	Antiga	Al	acero	total	Al	acero	Al	acero	alma	cable	Kg/Km	kN	Ω/Km	N/mm^2	1/K	A
27-AL1/4-ST1A	LA 30	26,7	4,4	31,1	6	1	2,38	2,38	2,38	7,14	107,8	9,74	1,0736	76000	18,6E-6	155
47-AL1/8-ST1A	LA 56	46,8	7,8	54,6	6	1	3,15	3,15	3,15	9,45	188,8	16,29	0,6129	76000	18,6E-6	220
67-AL1/11-ST1A	LA 78	67,3	11,2	78,6	6	1	3,78	3,78	3,78	11,30	271,8	23,12	0,4256	76000	18,6E-6	275
94-AL1/22-ST1A	LA 110	94,2	22,0	116,2	30	7	2,00	2,00	6,00	14,00	432,5	43,17	0,3067	80000	17,9E-6	345
119-AL1/28-ST1A	LA 145	119,3	27,8	147,1	30	7	2,25	2,25	6,75	15,80	547,4	54,03	0,2423	80000	17,9E-6	405
147-AL1/34-ST1A	LA 180	147,3	34,4	181,6	30	7	2,50	2,50	7,50	17,50	675,8	64,94	0,1963	80000	17,9E-6	465
242-AL1/39-ST1A	LA 280 HAWK	241,6	39,5	281,1	26	7	3,44	2,68	8,04	21,80	976,2	84,89	0,1195	73000	18,9E-6	635
337-AL1/44-ST1A	LA 380 GULL	337,3	43,7	381,0	54	7	2,82	2,82	8,46	25,40	1274,6	107,18	0,0857	70000	19,4E-6	785
402-AL1/52-ST1A	LA 455 CONDOR	402,3	52,2	454,5	54	7	3,08	3,08	9,24	27,70	1520,5	123,75	0,0719	70000	19,4E-6	880
485-AL1/63-ST1A	LA 545 CARDINAL	484,5	62,8	547,3	54	7	3,38	3,38	10,10	30,40	1831,1	149,04	0,0597	70000	19,4E-6	990
565-AL1/72-ST1A	LA 635 FINCH	565,0	71,6	636,6	54	19	3,65	2,19	11,00	32,90	2123,0	174,14	0,0512	70000	19,5E-6	1095

Características eléctricas y dimensionales de los cables de aleación con alma de acero - AL2/ST1A

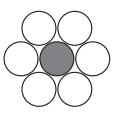
Designación		Sección (mm^2)			Nº de hilos		Diámetro hilos (mm)		Diámetro (mm)		Masa/ unidad compr.	Carga rotura nominal	Resistencia eléctr. máx. a 20ºC	Modulo elasticidad final	Coeficiente dilatación lineal	Capacidad nominal (1)
Nueva	Antiga	aleación	acero	total	Al	acero	Al	acero	alma	cable	Kg/Km	kN	Ω/Km	N/mm^2	1/K	A
27-AL2/4-ST1A	DA 30	26,7	4,4	31,1	6	1	2,38	2,38	2,38	7,1	107,7	13,75	1,2474	76000	18,6E-6	145
47-AL2/8-ST1A	DA 56	46,8	7,8	54,6	6	1	3,15	3,15	3,15	9,5	188,6	23,77	0,7121	76000	18,6E-6	205
67-AL2/11-ST1A	DA 78	67,3	11,2	78,6	6	1	3,78	3,78	3,78	11,3	271,6	33,55	0,4945	76000	18,6E-6	260
94-AL2/22-ST1A	DA 110	94,2	22,0	116,2	30	7	2,00	2,00	6,00	14,0	432,2	56,36	0,3563	80000	17,9E-6	325
119-AL2/28-ST1A	DA 145	119,3	27,8	147,1	30	7	2,25	2,25	6,75	15,8	547,0	71,33	0,2815	80000	17,9E-6	380
147-AL2/34-ST1A	DA 180	147,3	34,4	181,6	30	7	2,50	2,50	7,50	17,5	675,3	87,03	0,2280	80000	17,9E-6	435
226-AL2/53-ST1A	DA 280	226,4	52,8	279,3	26	7	3,10	3,10	9,30	21,7	1038,4	131,71	0,1483	80000	17,9E-6	575

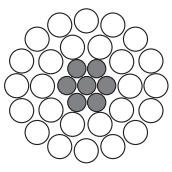
Nota: Para todas las composiciones, dos capas sucesivas estarán siempre cableadas en sentido contrario, estando la última capa exterior cableada a derecha (Z).

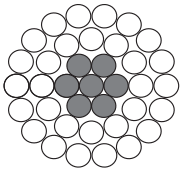
(1) Los valores da la capacidad nominal de corriente son meros indicativos y habian sido calculados en las condiciones siguientes del funcionamiento del cable: velocidad del viento de 0,6 m/s; temperatura ambiente de 35°C; temperatura máxima del cable de 80°C (régimen permamente).

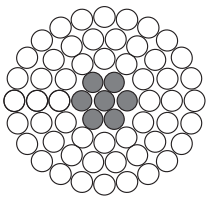
Composiciones

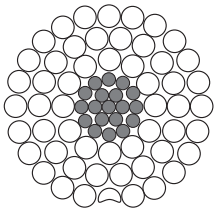
6/1 hilos	26/7 hilos	30/7 hilos	54/7 hilos	54/19 hilos





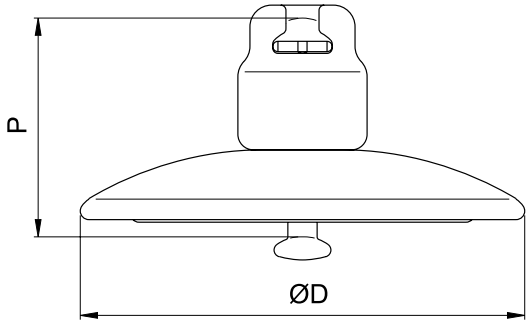






Aisladores de vidrio
Glass Insulators
Isolateur en verre





Características
Characteristics
Caractéristiques

Tipo Type	Dimensiones Dimensions Dimensions **mm**		Línea de fuga Creepage distance Ligne de fuite **mm**	Norma de acoplamiento Standard coupling Norme d' assemblage CEI 60 120	Carga rotura U.T.S. Charge de rupture **kN**	Peso Weight Poids **Kg.**	Uds/Caja Units/Box Unités/Carton
	P	D					
U 40 B	110	175	190	11	40	1,7	9
U 70 BS	127	255	295	16	70	3,5	7
U 70 BL	146	255	295	16	70	3,5	7
U 100 BS	127	255	295	16	100	3,7	7
U 120 B	146	255	295	16	120	3,8	7

Aislador U40B
Insulator U40B
Isolateur U40B

Nº unids.	A	B	C	D
1	75	88	50	32
2	150	160	90	55
3	210	230	130	80
4	270	300	165	100
5	315	370	200	12

Aislador U70, U100, U120
Insulator U70, U100, U120
Isolateur U70, U100, U120

Nº unids.	A	B	C	D
1	90	110	70	45
2	150	200	115	80
3	210	280	160	115
4	285	370	200	150
5	330	460	240	185

A- Tensión soportada a impulsos tipo rayo 1.2/50µs
B- Tensión al 50% de contorneo a impulsos tipo rayo
C- Tesión soportada a frecuencia industrial en seco.
D- Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia.

A- Lightning impulse withstand voltage 1.2/50µs
B- Lightning impulse flashover 50% voltage.
C- Power frequency withstand voltage (dry)
D- Power frequency withstand voltage (wet)

A- Tenue aux chocs de foudre 1.2/50µs
B- Tenue à 50% de la déformation aux chocs de foudre.
C- Tenue à fréquence industrielle à sec
D- Tenue à fréquence industrielle sous pluie.

Stockbridge Dampers
Excellence in Aeolian Vibration Damping

General

Fatigue failures of overhead conductor strands due to wind induced vibrations were observed from the beginning of the last century.

The most effective protection device was invented by George Stockbridge in 1924 in the form of an inertial energy absorber equipped with a stranded steel cable holding two weights. Since then, the Stockbridge's vibration damper underwent several design and manufacturing changes that increased its performance and endurance.

Despite many other damping devices beeing invented during the last century, the Stockbridge type vibration damper is still the best technical and economical solution for the control, within the safety limits, of the overhead cable vibrations.

Key Data

PFISTERER has been one of the manufacturers who actively contributed, during the last 50 years, to the enhancement of the Stockbridge Damper.

Today, PFISTERER can supply powerful units with excellent performance, suitable for any type of overhead cable, for example OPGW, AAAC, ACSR, etc.

PFISTERER vibration dampers can be equipped either with bolted clamp or with helical rod attachment.

PFISTERER vibration dampers are installed world wide and are well proven in the most severe environmental conditions.

Features

PFISTERER vibration dampers are designed to:

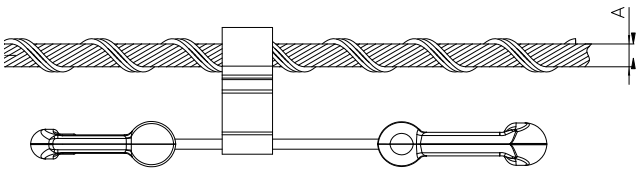
- Control aeolian vibration in each span of the line within the internationally accepted limits with the minimum number of units
- Maintain damping capacity over the entire range of ambient temperatures and for the whole expected life of the line
- Be free from corona at the maximum voltage of the line when installed on the phase conductors
- Be installed and removed on energized lines;
- Be maintenance-free for the whole expected life of the line
- Maintain a suitable grip on the cable resisting the loosening effect of vibrations
- Guarantee that individual components are secured against becoming loose in service



Stockbridge Damper with bolted clamp

Order Information

Helical rod attachment

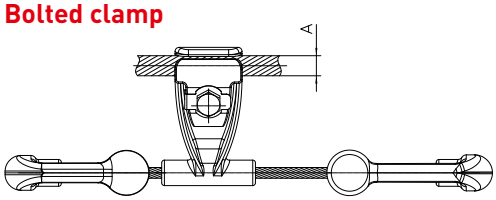


Type	Clamp Range „A" [mm]	Part Number
STO 715	for Conductor [mm] Ø 7.06 - 14.37	
	Ø 7.06 - 7.51	182 025-700
	Ø 7.52 - 7.99	182 025-701
	Ø 8.00 - 8.47	182 025-702
	Ø 8.48 - 8.96	182 025-703
	Ø 8.97 - 9.46	182 025-704
	Ø 9.47 - 9.97	182 025-705
	Ø 9.98 - 10.38	182 025-706
	Ø 10.39 - 10.81	182 025-707
	Ø 10.82 - 11.45	182 025-708
	Ø 11.46 - 12.11	182 025-709
	Ø 12.12 - 12.82	182 025-710
	Ø 12.83 - 13.58	182 025-711
	Ø 13.59 - 14.37	182 025-712
STO 1520	for Conductor [mm] Ø 14.38 – 20.28	
	Ø 14.38 - 15.05	182 025-713
	Ø 15.06 - 15.89	182 025-714
	Ø 15.90 - 16.93	182 025-715
	Ø 16.94 - 17.82	182 025-716
	Ø 17.83 - 18.68	182 025-717
	Ø 18.69 - 19.50	182 025-718
	Ø 19.51 - 20.28	182 025-719
STO 2027	for Conductor [mm] Ø 20.29 – 26.81	
	Ø 20.29 - 21.38	182 025-720
	Ø 21.39 - 22.62	182 025-721
	Ø 22.63 - 23.89	182 025-722
	Ø 23.90 - 25.29	182 025-723
	Ø 25.30 - 26.81	182 025-724

Materials

- Helical rods: aluminium clad steel
- Clamp: aluminium alloy
- Counterweights: galvanized steel
- Messenger cable: galvanized steel

Bolted clamp



Type	Clamp Range „A" [mm]	Part Number
ST 715	for Conductor [mm] Ø 7 - 15	
	Ø 7 - 15	182 025-102
	Ø 15 - 23	182 025-212
	Ø 23 - 31	182 025-312
ST 1523	for Conductor [mm] Ø 15 - 23	
	Ø 15 - 23	182 025-202
	Ø 23 - 31	182 025-322
	Ø 31 - 39	182 025-422
ST 2331	for Conductor [mm] Ø 23 - 31	
	Ø 23 - 31	182 025-302
	Ø 31 - 39	182 025-432
ST 3139	for Conductor [mm] Ø 31 - 39	
	Ø 31 - 39	182 025-402

Materials

- Clamp: cast aluminium alloy
- Bolt, nut, plain washer: galvanized steel
- Safety plate: stainless steel
- Messenger cable: galvanized steel
- Counterweights: galvanized steel

Options

Component codes:

A	Stainless steel messenger cable
B	Shear head cap
S	Stainless steel bolt
BS	Shear head cap and stainless steel bolt
BSA	Shear head cap, stainless steel bolt and stainless steel messenger cable

Orders with options

Orders for options must be indecated with the component code of the desired options at the end of the relevant part number.

PFISTERER Switzerland AG
Werkstrasse 7
6102 Malters, Lucerne
Switzerland
Tel.: +41 41 499 72 72
Fax: +41 41 497 22 69
info@pfisterer.com
www.pfisterer.com

Stockbridge Dampers M2016-062 EN 04 11/2018 © PFISTERER Switzerland AG www.pfisterer.com We accept no liability for printing errors/Subject to technical modifications

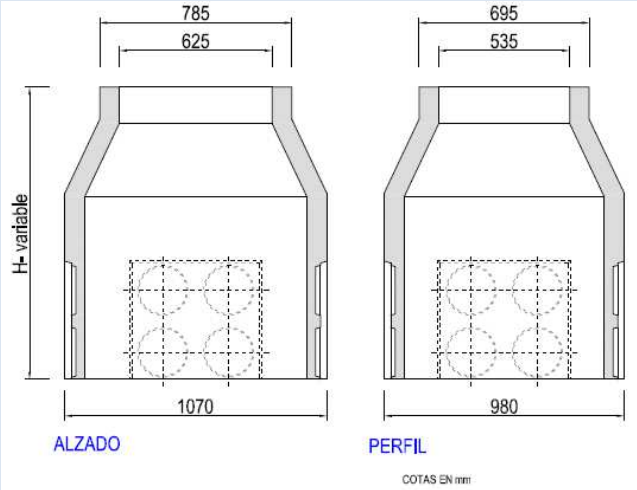
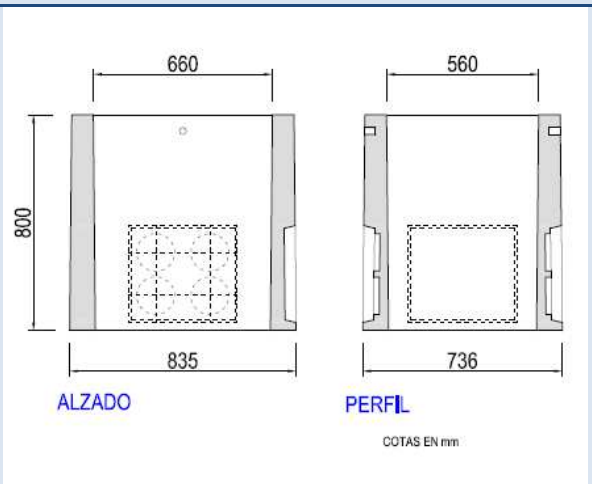
PREFABRICADOS SAN BLAS, S.A.
C.I.F. A-18047720

UNE EN ISO 9001
EMPRESA
CERTIFICADA
Nº DCA-1243-AQ-2002

SANBLAS Nº 80 • 18.650 DÚRCAL (GRANADA) TELÉF.: 958781072- • FAX: 958780304 www.prefabricadossanblas.com E-mail:info@prefabricadossanblas.com

FICHA DE CARACTERISTICAS TÉCNICA

ARQUETAS ELECTRICIDAD tipo A1

CROQUIS	MODELO	DIM. BOCA (mm)		PESO (kg)	USO
		Long.	Anch.		
	Tipo A-1 H-80	625	535	480	Canalizaciones subterráneas de MT y BT
	Tipo A-1 H-105	625	535	620	Canalizaciones subterráneas de MT y BT
	Tipo A-1 H-120	625	535	760	Canalizaciones subterráneas de MT y BT
	Tipo A-1 H-150	625	535	970	Canalizaciones subterráneas de MT y BT
	Tipo A-1 RECTA H-80	660	560	450	Canalizaciones subterráneas de MT y BT

Edición:	01	Fecha:	19/06/2013

Nota: Estas especificaciones pueden sufrir modificaciones como consecuencia de cambios en la normativa vigente o bien por mejoras de las mismas.

PREFABRICADOS SAN BLAS, S.A.

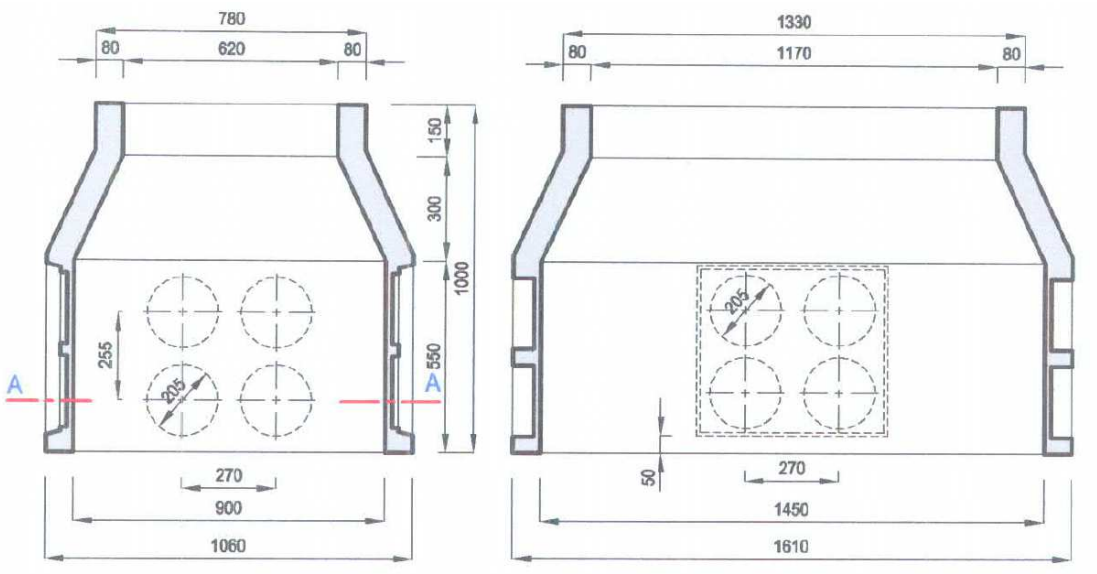
C.I.F. A-18047720

UNE EN ISO 9001
EMPRESA
CERTIFICADA

Nº DCA-1243-AQ-2002

SANBLAS Nº 80 • 18.650 DÚRCAL (GRANADA) TELÉF.: 958781072- • FAX: 958780304 www.prefabricadossanblas.com E-mail:info@prefabricadossanblas.com

FICHA DE CARACTERISTICAS TÉCNICAS





ARQUETA DE HORMIGON Tipo A-2

MODELO	USO	DIMENSIONES DE LA BOCA (mm)		PESO (kg)	RESISTENCIA CARACTERISTICA DEL HORMIGON
		Longitud	Anchura		
Tipo A-2 H-100	Canalizaciones subterraneas de MT y BT	1170	620	840	> 300 kg/cm2
Edición:	01		**Fecha:**	19/06/2013	

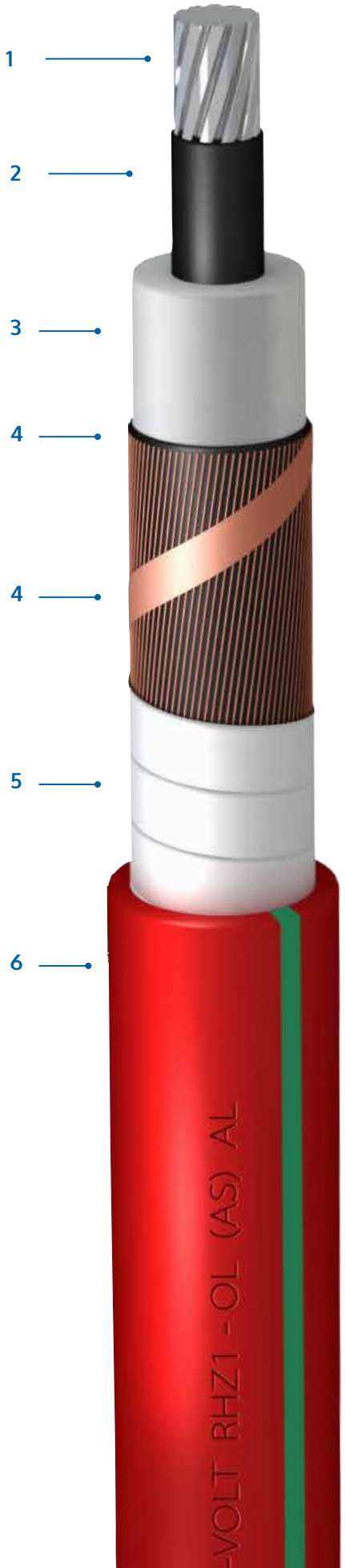
Nota: Estas especificaciones pueden sufrir modificaciones como consecuencia de cambios en la normativa vigente o bien por mejoras de las mismas.

Top Cable

X-VOLT RHZ1 (AS) AL/OL/2OL

Cable de Media Tensión de aluminio, con aislamiento de XLPE, libre de halógenos y no propagador del incendio.

Norma de referencia: UNE-HD 620-10E (tipo 10E-1) / IEC 60502-2.



DISEÑO

1. Conductor

Conductor de aluminio, clase 2, según UNE-EN 60228 e IEC 60228.

Opcionalmente, con obturación longitudinal (cables tipo -2OL)."

2. Pantalla semiconductora interna

Material semiconductor termoestable aplicado sobre el conductor.

3. Aislamiento

Polietileno reticulado (XLPE), en catenaria de atmósfera seca, mediante proceso de triple extrusión.

4. Pantalla semiconductora externa

Material semiconductor aplicado sobre el aislamiento. Pelable.

4. Pantalla metálica

Corona de alambres de cobre y contraespira de cobre, con una sección mínima de 16 mm2.

5. Obturación longitudinal

Cinta higroscópica recubriendo totalmente la pantalla (cables tipo –OL y -2OL).

(Capa adicional)

(Eventual, en función de las configuraciones.)

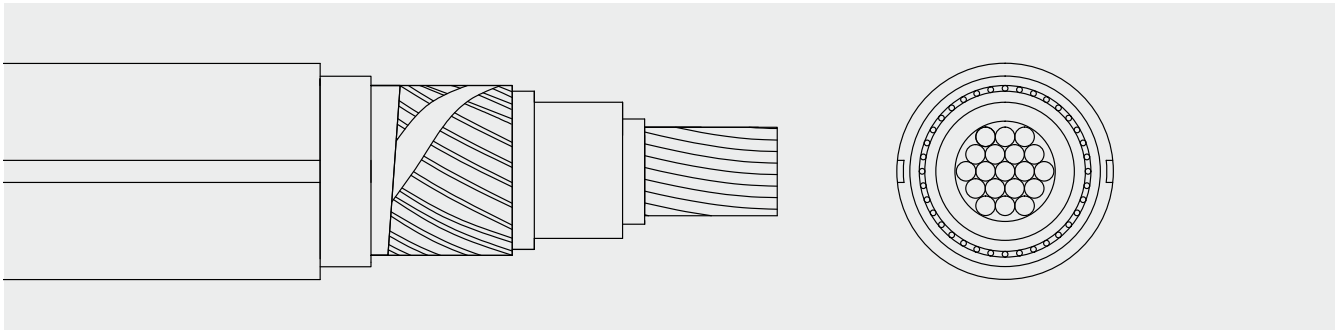
6. Cubierta exterior

Poliolefina ignifugada y libre de halógenos, de color rojo con dos franjas verdes.

APLICACIONES

Cable de aluminio para el transporte y distribución de energía en redes de media tensión. Libre de halógenos. Cable de alta seguridad (AS) no propagador del incendio.





CARACTERÍSTICAS

Características eléctricas

MEDIA TENSIÓN 6/10 kV, 8,7/15 kV, 12/20 kV y 18/30 kV.

Norma de referencia

UNE-HD 620-10E (tipo 10E-1) / IEC 60502-2.

Normas y certificaciones

Certificados

AENOR

Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 90°C.
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temp. mínima de servicio: -15 °C

Características frente al fuego

No propagación de la llama: según UNE-EN 60332-1.
No propagación del incendio:
según UNE-EN 60332-3-23 (cat.B)
Libre de halógenos: según UNE-EN 60754.
Baja emisión de humos: según UNE-EN 61034.

Características mecánicas

Radio de curvatura: 15 x diámetro exterior.
Resistencia a abrasión
Resistencia al desgarro

Características químicas

Resistencia a los rayos ultravioleta: UNE 211605.

Otros

Marcaje: metro a metro.

Condiciones de instalación

Al aire
Enterrado
Entubado
En galerías

Aplicaciones

Redes de distribución.



Intensidades máximas admisibles según UNE 211 435.
Para otras condiciones de instalación, consultar factores de corrección en la Norma UNE 211 435.
Consulte más datos técnicos en la especificación particular del cable.
Top Cable se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación de esta ficha técnica sin previo aviso.

Para más información: ventas@topcable.com

DIMENSIONES

6 / 10 kV

Sección (mm2)	DIMENSIONES				DATOS ELÉCTRICOS		INTENSIDADES MÁXIMAS	
	Ø Cond. (mm)	Ø Ais. (mm)	Ø Ext. (mm)	Peso (Kg/Km)	X (Ω/km a 50 Hz)	C (µzF/km)	Al aire (40°C) (A)	Enterrados (25°C) (A)
1x50	8,3	16,5	30,6	967	0,141	0,245	170	140
1x70	9,8	18,0	32,1	1071	0,134	0,275	210	170
1x95	11,3	19,5	33,6	1183	0,128	0,304	255	205
1x120	12,6	20,8	34,9	1301	0,123	0,329	295	235
1x150	14,0	22,2	36,3	1407	0,119	0,357	335	260
1x185	15,6	23,8	38,9	1635	0,117	0,388	385	295
1x240	18,0	26,2	41,3	1859	0,111	0,434	455	345
1x300	20,3	28,5	43,6	2106	0,107	0,478	520	390
1x400	23,4	31,6	46,7	2436	0,103	0,538	610	445
1x500	27,0	35,2	50,3	2836	0,098	0,608	720	510
1x630	32,0	40,2	55,3	3449	0,094	0,704	840	580
1x800	34,0	42,2	57,3	3920	0,092	0,742	975	665
1x1000	39,0	47,2	62,3	4724	0,089	0,838	1130	755

8,7 / 15 kV

1x50	8,3	18,7	32,8	1070	0,145	0,199	170	140
1x70	9,8	20,2	34,3	1179	0,138	0,221	210	170
1x95	11,3	21,7	35,8	1295	0,132	0,243	255	205
1x120	12,6	23,0	37,5	1444	0,128	0,263	295	235
1x150	14,0	24,4	38,9	1555	0,123	0,283	335	260
1x185	15,6	26,0	41,1	1765	0,120	0,307	385	295
1x240	18,0	28,4	43,5	1997	0,115	0,342	455	345
1x300	20,3	30,7	45,8	2251	0,110	0,376	520	390
1x400	23,4	33,8	48,9	2590	0,105	0,421	610	445
1x500	27,0	37,4	52,5	3003	0,101	0,474	720	510
1x630	32,0	42,4	57,5	3631	0,096	0,547	840	580
1x800	34,0	44,4	59,5	4109	0,094	0,576	975	665
1x1000	39,0	49,4	64,5	4929	0,091	0,648	1130	755

12 / 20 kV

1x50	8,3	20,7	34,8	1169	0,149	0,172	170	140
1x70	9,8	22,2	36,7	1308	0,142	0,191	210	170
1x95	11,3	23,7	38,2	1431	0,136	0,209	255	205
1x120	12,6	25,0	40,1	1599	0,132	0,225	295	235
1x150	14,0	26,4	41,5	1716	0,127	0,242	335	260
1x185	15,6	28,0	43,1	1890	0,123	0,261	385	295
1x240	18,0	30,4	45,5	2128	0,117	0,290	455	345
1x300	20,3	32,7	47,8	2389	0,113	0,318	520	390
1x400	23,4	35,8	50,9	2737	0,108	0,355	610	445
1x500	27,0	39,4	54,5	3160	0,103	0,398	720	510
1x630	32,0	44,4	59,5	3803	0,098	0,458	840	580
1x800	34,0	46,4	61,5	4287	0,096	0,482	975	665
1x1000	39,0	51,4	66,5	5121	0,093	0,542	1130	755

18 / 30 kV

1x50	8,3	25,7	40,2	1472	0,158	0,134	170	140
1x70	9,8	27,2	42,3	1642	0,151	0,147	210	170
1x95	11,3	28,7	43,8	1776	0,145	0,160	255	205
1x120	12,6	30,0	45,1	1914	0,139	0,171	295	235
1x150	14,0	31,4	46,5	2041	0,135	0,183	335	260
1x185	15,6	33,0	48,1	2226	0,130	0,197	385	295
1x240	18,0	35,4	50,5	2482	0,124	0,217	455	345
1x300	20,3	37,7	52,8	2759	0,119	0,236	520	390
1x400	23,4	40,8	55,9	3130	0,114	0,262	610	445
1x500	27,0	44,4	59,5	3579	0,109	0,292	720	510
1x630	32,0	49,4	64,5	4257	0,103	0,333	840	580
1x800	34,0	51,4	66,5	4756	0,101	0,350	975	665
1x1000	39,0	56,4	71,5	5626	0,097	0,391	1130	755

Anejo 11: Cronograma

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales", LMT de interconexión PE y subestación elevadora 66/30 kV en los TT.MM. de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 18,49 MW
Potencia instalada eólica: 31,50 MW
Capacidad de acceso: 31,50 MW

Promotor**: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Julio 2023

ÍNDICE

1. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 3

2. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN INSTALACIÓN EÓLICA 4

3. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN ELEVADORA 66/30 KV 5

4. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LASMT 30 KV 6

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

1. Cronograma de ejecución instalación fotovoltaica

	MES	1				2				3				4				5				6				7				8			
#	SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	**Trabajos Previos**																																
1.1	Ingeniería de detalle																																
1.2	Desbroce																																
1.3	Vallado perimetral																																
2	**Obra Civil**																																
2.1	Acceso principal																																
2.2	Viales internos																																
2.3	Sistema de drenaje																																
2.4	Zanjas MT y BT																																
3	**Instalación Mecánica y Eléctrica**																																
3.1	Montaje de seguidores																																
3.2	Montaje de módulos FV																																
3.3	Instalación eléctrica de BT																																
3.4	Centros de transformación e inversores																																
3.5	Instalación eléctrica de MT																																
3.6	Centro de seccionamiento																																
3.7	Sistema de monitorización y control																																
3.8	Sistema de seguridad y videovigilancia																																
4	**Puesta en Marcha**																																
4.1	Pruebas en frio																																
4.2	Puesta en marcha																																
4.3	Pruebas en caliente																																

2. Cronograma de ejecución instalación eólica

	MES	1				2				3				4				5				6				7				8				9			
#	SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	**Obra civil**																																				
1.1	Replanteo y estaquillado																																				
1.2	Acceso, viales y plataformas																																				
1.3	Excavación zapatas																																				
1.4	Encofrado, ferralla y virola																																				
1.5	Hormigonado zapatas																																				
2	**Canalizaciones MT**																																				
2.1	Excavación zanjas																																				
2.2	Tendido conductores, comunicación y tierras																																				
2.3	Relleno y elementos de señal y protección																																				
2.4	Hitos señalización																																				
2.5	Sistema de monitorización y control																																				
3	**Aerogeneradores**																																				
3.1	Suministro de equipos																																				
3.2	Montaje de aerogeneradores																																				
3.3	Conexión red MT																																				
4	**Línea de evacuación 30 kV**																																				
4.1	Excavaciones de apoyos																																				
4.2	Puesta a tierra																																				
4.3	Cimentaciones																																				
4.4	Armado e izado de apoyos																																				
4.5	Montaje de cadena de aisladores de suspensión																																				
4.6	Montaje de cadena de aisladores de amarre																																				
4.7	Montaje de caja de empalme de FO																																				
4.8	Tendido, regulado y fijación de conductor de fase																																				
4.9	Tendido, regulado y fijación de conductor de tierra																																				
5	**Pruebas y puesta en Marcha**																																				
5.1	Aerogeneradores																																				
5.2	Líneas de MT																																				

3. Cronograma de ejecución de Subestación Elevadora 66/30 kV

	MES	1				2				3				4				5				6				7				8				9				10				11				12			
	SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	**Trabajos Previos**																																															
1.1	Ingeniería de detalle																																															
1.2	Desbroce																																															
1.3	Trazo y replanteo previo																																															
1.4	Movimiento de tierras																																															
1.5	Zanjas para red de tierras																																															
1.6	Acarreo de material excedente																																															
2	**Red de tierras**																																															
2.1	Tendido y conexionado de la red de tierras																																															
3	**Obra civil**																																															
3.1	Excavación cimentaciones																																															
3.2	Realización de bancadas																																															
3.3	Realización del foso de recogida de aceite																																															
4	**Montaje de aparellaje**																																															
4.1	Armado y montaje de estructuras metálicas																																															
4.2	Montaje de aparellaje																																															
4.3	Conexión de tierra y equipos																																															
4.4	Montaje de edificio de control																																															
4.5	Montaje de celdas																																															
4.6	Conexionado de equipos																																															
4.7	Montaje de transformador																																															
4.8	Conexiones generales																																															
5	**Trabajos de puesta en servicio**																																															
5.1	Pruebas																																															
5.2	Puesta en marcha																																															

4. Cronograma de ejecución de LASMT 30 kV

	MES	1				2				3			
	SEMANA	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**
1	**Trabajos Previos**												
1.1	Ingeniería de detalle												
1.2	Desbroce												
1.3	Trazo y replanteo previo												
Tramo subterráneo													
2	**Red de tierras**												
2.1	Tendido y conexionado de la red de tierras												
3	**Obra civil**												
3.1	Excavación zanjas y colocación tubos												
3.2	Relleno zanjas y acabado												
3.3	Excavación y colocación cámaras empalme												
4	**Montaje de cableado**												
4.1	Extendido cableado												
4.3	Colocación y conexionado tierras												
4.6	Conexionado en cámaras de empalme												
Tramo aéreo													
5	**Obra Civil**												
5.1	Limpieza del terreno												
5.2	Excavaciones de apoyos												
5.3	Puesta a tierras												
5.4	Cimentaciones												
6	**Montaje Aparellaje**												
6.1	Armado e izado de apoyos												
6.2	Montaje de cadena de aisladores de suspensión												
6.3	Montaje de cadena de aisladores de amarre												
7	**Tendido**												
7.1	Tendido, regulado y fijación de conductor de fase												
7.2	Tendido, regulado y fijación de conductor de tierra												
8	**Conexionado**												
8.1	Conexionado de tramos aéreos con líneas subterráneas												
9	**Puesta en servicio de la línea LASMT**												

Anejo 12: Estudio de Gestión de Residuos

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales", LMT de interconexión PE y subestación elevadora 66/30 kV en los TT.MM. de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 18,49 MW
Potencia instalada eólica: 31,50 MW
Capacidad de acceso: 31,50 MW

Promotor**: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Julio 2023

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE 3

2. LEGISLACIÓN NACIONAL 4

2.1. RESIDUOS 4

2.2. VERTIDOS 4

2.3. EMISIONES 5

2.4. GENERAL 5

3. DEFINICIONES 6

4. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO 10

5. REQUISITOS AMBIENTALES 14

5.1. REQUISITOS DE CARÁCTER GENERAL 14

5.2. CONDICIONADOS DE LOS ORGANISMOS DE LA ADMINISTRACIÓN 15

5.3. ÁREAS DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL O DE TRASIEGO DE COMBUSTIBLE 15

5.4. CAMBIOS DE ACEITES Y GRASAS 15

5.5. CAMPAMENTO DE OBRA 15

5.6. GESTIÓN DE RESIDUOS 15

5.7. INCIDENTES CON CONSECUENCIAS AMBIENTALES 16

5.8. REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA OBRA CIVIL 16

5.9. ACONDICIONAMIENTO FINAL DE LA OBRA 16

6. RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA 17

7. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR 18

8. REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS 20

9. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS 22

10. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR 23

11. PRESCRIPCIONES A INCLUIR EN EL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO .. 27

1. Justificación y alcance

El presente Estudio de Gestión de Residuos se realiza en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero (B.O.E N.º 38 del 13 de febrero de 2008), por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Conforme a su Disposición transitoria única, dicho Real Decreto es de aplicación a aquellos proyectos de obras de titularidad pública cuya aprobación se produzca pasado un año desde la fecha de su entrada en vigor (14 de febrero de 2008).

El citado Real Decreto establece como obligación del productor de residuos la inclusión, en el Proyecto de Ejecución de las obras, de un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición con el siguiente contenido:

- Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del Proyecto.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra. considerando básicamente las fracciones:
    - Hormigón.
    - Ladrillos, tejas, cerámicos.
    - Metal
    - Madera
    - Vidrio
    - Plástico
    - Papel y cartón
- Croquis de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del Proyecto en capítulo independiente.

2. Legislación nacional

2.1. Residuos

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 717/2010 de 28 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Real Decreto 208/2005, de 25 de Febrero, sobre aparatos electrónicos y la gestión de sus residuos.
- Real Decreto 653/2003, de 30 de mayo, sobre incineración de residuos.
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 782/1998, de 30 de Abril, para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de Envases y Residuos de envases.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de Junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de Mayo, básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de Julio.
- Ley 11/1997, de 24 de Abril, de Envases y Residuos de Envases. (BOE 1 de Mayo de 1997)
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Legislación específica Autonómica y local.

2.2. Vertidos

- Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas.
- Real Decreto 29/2011, de 14 de enero, por el que se modifican el Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas, y el Real Decreto 650/1987, de 8 de mayo, por el que se definen los ámbitos territoriales de los Organismos de cuenca y de los planes hidrológicos.

- Real Decreto 9/2005, de 14 de Enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y criterios y estándares para declaración suelos contaminados.
- Real Decreto 995/2000, de 2 de junio, por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes y se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Real Decreto 2116/1998, de 2 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Legislación específica Autonómica y local.

2.3. Emisiones

- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Ley 13/2010, de 5 de julio, por la que se modifica la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, para perfeccionar y ampliar el régimen general de comercio de derechos de emisión e incluir la aviación en el mismo.
- LEY 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. (BOE 16 de noviembre 2007)
- Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas.
- Real Decreto 1264/2005, de 21 de octubre, por el que se regula la organización y funcionamiento del Registro nacional de derechos de emisión.
- Ley 1/2005, de 9 de Marzo por la que se regula el régimen del Comercio de Derechos de Emisión de gases de efecto invernadero. (BOE 10 de Marzo de 2005).
- Legislación específica Autonómica y local.

2.4. General

- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por Real Decreto legislativo 1/2008, de 11 de Enero.

- Ley 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. (BOE 24 octubre 2007).
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.
- Ley 8/2007, de 28 de mayo, de suelo.
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Real Decreto 509/2007, de 20 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto 1421/2006, de 1 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres.
- Ley 27/2006, de 18 de Julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente (incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE).
- Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- Ley 16/2002, de 1 de Julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (BOE 2 de Julio de 2002).
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de Julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. (BOE 24 de Julio de 2001).
- Ley 22/1988, de 28 de Julio, de Costas (BOE 29 de Julio de 1988).
- Legislación específica Autonómica y local.

3. Definiciones

- Residuo: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.
- Residuos domésticos: residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias.

Se incluyen también en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres, así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

Tendrán la consideración de residuos domésticos los residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados.

- Residuos comerciales: residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios.

- Residuos industriales: residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.

- Residuo peligroso: residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.

- Aceites usados: todos los aceites minerales o sintéticos, industriales o de lubricación, que hayan dejado de ser aptos para el uso originalmente previsto, como los aceites usados de motores de combustión y los aceites de cajas de cambios, los aceites lubricantes, los aceites para turbinas y los aceites hidráulicos.

- Biorresiduo: residuo biodegradable de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor; así como, residuos comparables procedentes de plantas de procesado de alimentos.

- Residuo de construcción y demolición: cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo de la Ley 22/2011, de 28 de julio, se genere en una obra de construcción o demolición.

- Residuo inerte: aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

- Obra de construcción o demolición: Actividad consistente en:

  1. La construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble, tal como un edificio, carretera, puerto, aeropuerto, ferrocarril, canal, presa, instalación deportiva o de ocio, así como cualquier otro análogo de ingeniería civil.

2. La realización de trabajos que modifiquen la forma o sustancia del terreno o del subsuelo, tales como excavaciones, inyecciones, urbanizaciones u otros análogos, con exclusión de aquellas actividades a las que sea de aplicación la Directiva 2006/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de marzo, sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas.

Se considerará parte integrante de la obra toda instalación que dé servicio exclusivo a la misma, y en la medida en que su montaje y desmontaje tenga lugar durante la ejecución de la obra o al final de la misma, tales como:

- Plantas de machaqueo,
- Plantas de fabricación de hormigón, grava-cemento o suelo-cemento,
- Plantas de prefabricados de hormigón,
- Plantas de fabricación de mezclas bituminosas,
- Talleres de fabricación de encofrados,
- Talleres de elaboración de ferralla,
- Almacenes de materiales y almacenes de residuos de la propia obra y
- Plantas de tratamiento de los residuos de construcción y demolición de la obra.

- Obra menor de construcción o reparación domiciliaria: obra de construcción o demolición en un domicilio particular, comercio, oficina o inmueble del sector servicios, de sencilla técnica y escasa entidad constructiva y económica, que no suponga alteración del volumen, del uso, de las instalaciones de uso común o del número de viviendas y locales, y que no precisa de proyecto firmado por profesionales titulados.

- Residuos urbanos o municipales: los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.

- Residuos peligrosos: aquéllos que figuren en la lista de residuos peligrosos, aprobada en el Real Decreto 952/1997, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Los que hayan sido calificados como peligrosos por la normativa comunitaria y los que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte.

- Prevención: el conjunto de medidas destinadas a evitar la generación de residuos o a conseguir su reducción, o la de la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes presentes en ellos.

- Productor de residuos de construcción y demolición:

La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración

de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.

La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.

El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

- Poseedor de residuos de construcción y demolición: la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.

- Gestor: la persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.

- Gestión: la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como la vigilancia de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.

- Reutilización: el empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.

- Reciclado: la transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción, para su fin inicial o para otros fines.

- Valorización: todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

- Tratamiento previo: proceso físico, térmico, químico o biológico, incluida la clasificación, que cambia las características de los residuos de construcción y demolición reduciendo su volumen o su peligrosidad, facilitando su manipulación, incrementando su potencial de valorización o mejorando su comportamiento en el vertedero.

- Eliminación: todo procedimiento dirigido, bien al vertido de los residuos o bien a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

- Recogida: toda operación consistente en recoger, clasificar, agrupar o preparar residuos para su transporte.

- Recogida selectiva: el sistema de recogida diferenciada de materiales orgánicos fermentables y de materiales reciclables, así como cualquier otro sistema de recogida

diferenciada que permita la separación de los materiales valorizables contenidos en los residuos.

- Almacenamiento: el depósito temporal de residuos, con carácter previo a su valorización o eliminación, por tiempo inferior a dos años o a seis meses si se trata de residuos peligrosos, a menos que reglamentariamente se establezcan plazos inferiores.

- Vertedero: instalación de eliminación que se destine al depósito de residuos en la superficie o bajo tierra.

- Suelo contaminado: todo aquél cuyas características físicas, químicas o biológicas han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes de carácter peligroso de origen humano, en concentración tal que comporte un riesgo para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se establecen en el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

4. Características del proyecto

La Instalación híbrida renovable “PE-IFV Los Morales”, la LMT de interconexión PE y la subestación elevadora 66/30 kV se localizan en los términos municipales de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz). El fin de la instalación es la generación de energía eléctrica e inyección a la red en el nudo de distribución SET Sanlúcar de Barrameda 66 kV.

Las coordenadas de referencia de la ubicación de las instalaciones son las siguientes:

Instalación	Coordenadas UTM Huso 29	
	X	Y
Instalación fotovoltaica central	743.001	4.066.377
Instalación fotovoltaica norte	741.065	4.071.080
Aerogenerador WTG01	744.393	4.066.559
Aerogenerador WTG02	744.447	4.066.043
Aerogenerador WTG03	744.084	4.065.644
Aerogenerador WTG04	743.040	4.066.633
Aerogenerador WTG05	742.684	4.066.255
Aerogenerador WTG06	745.092	4.063.165
Aerogenerador WTG07	745.445	4.062.539
SET Los Morales 66/30 kV	740.591	4.070.954

Tabla 1. Coordenadas de emplazamiento

	LASMT 30 kV	
	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)
Inicio	745.092	4.063.165
Fin	744.084	4.065.644

Tabla 2. Coordenadas emplazamiento LASMT 30 kV

Las parcelas catastrales en las que se ubicará la instalación son las siguientes:

Municipio	Polígono	Parcela	Superficie (m²)	Referencia catastral
El Puerto de Santa María	19	11	684.055	11027A01900011
El Puerto de Santa María	4	2	115.417	11027A00400002
Jerez de la Frontera	96	90	22.451	53020A09600090
Jerez de la Frontera	96	2	406.174	53020A09600002
Jerez de la Frontera	96	9005	6.573	53020A09609005
El Puerto de Santa María	2	20	1.026.532	11027A00200020
El Puerto de Santa María	2	9001	15.805	11027A00209001
Jerez de la Frontera	1	12	342.419	53020A00100012
Jerez de la Frontera	1	8	125.658	53020A00100008
El Puerto de Santa María	2	16	70.378	11027A00200016
Sanlúcar de Barrameda	6	143	471.093	11032A00600143
El Puerto de Santa María	2	13	79.171	11027A00200013
El Puerto de Santa María	2	17	49.823	11027A00200017

Tabla 3. Datos catastrales

La superficie total de las parcelas de la instalación solar es 59,67 Ha, cuya superficie ocupada por la instalación fotovoltaica mediante su cerramiento perimetral es de 43,80 Ha con una longitud de vallado de 6.019 m.

A continuación, se muestra una imagen con la localización del proyecto.

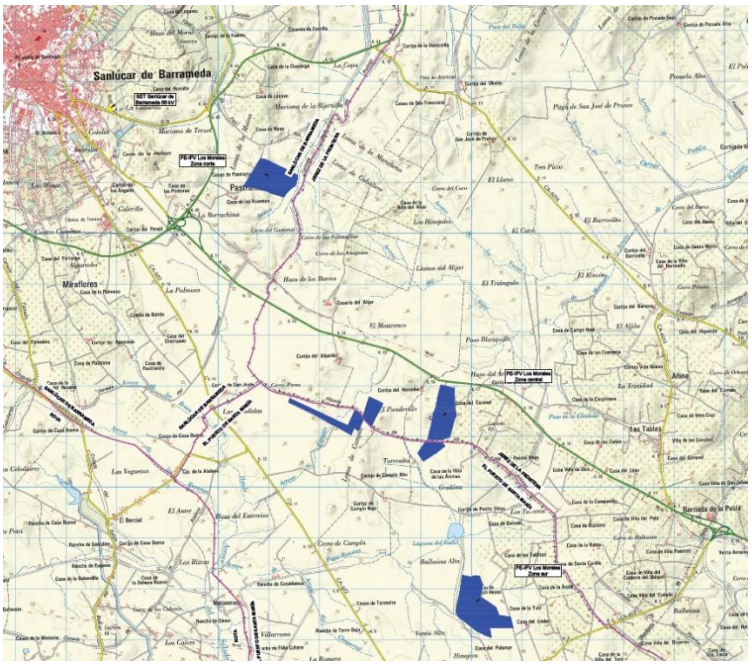


Ilustración 1. Situación instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales"



Ilustración 2. Situación SET Elevadora 66/30 kV

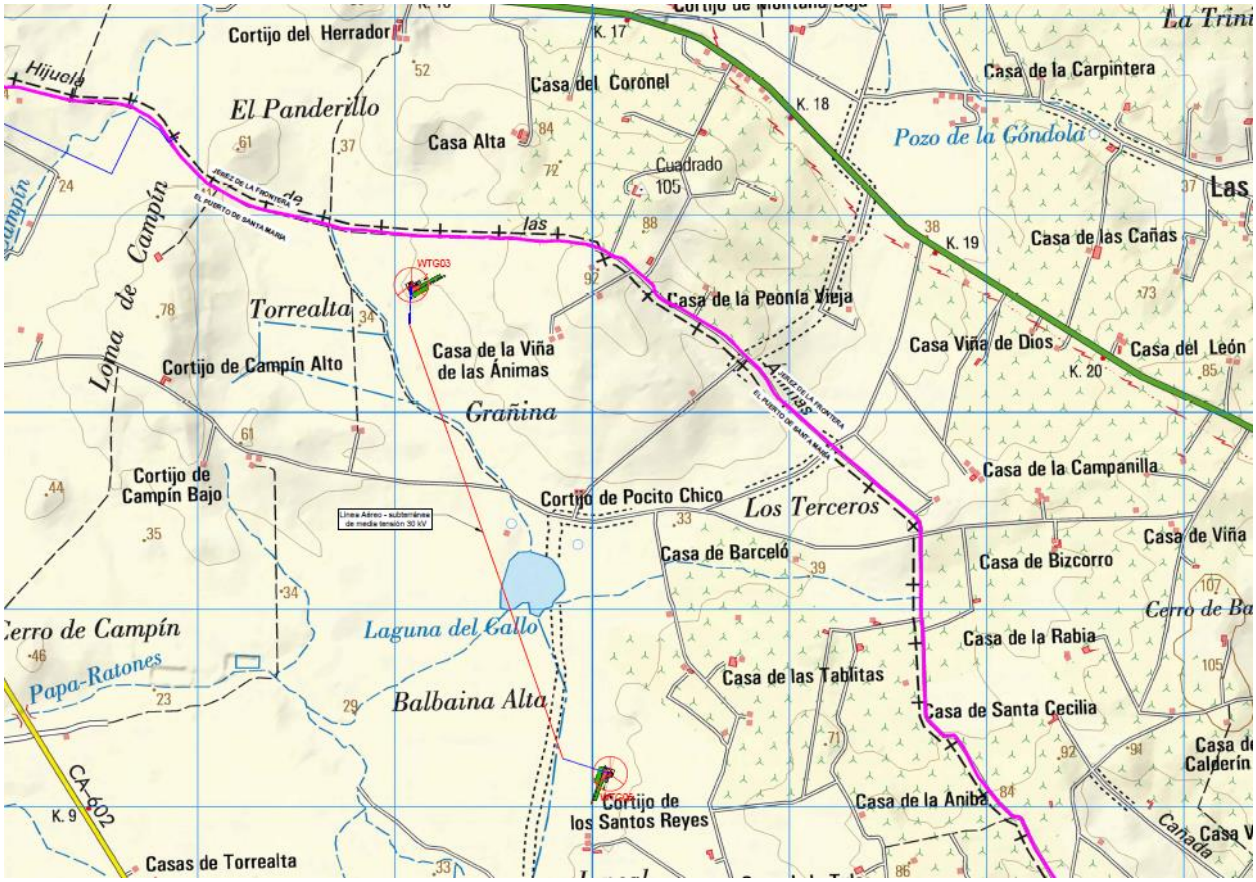


Ilustración 3. Situación línea evacuación LASMT 30 kV

La fase de construcción de la Instalación Solar Fotovoltaica consistirá en las siguientes fases:

- <u>Fase 1: Obra Civil</u>
  - Preparación de los terrenos.

- Preparación de las instalaciones temporales de obra en la que se ubiquen las casetas y almacenes de las empresas que participarán en la construcción.
- Construcción de los accesos y viales internos.
- Excavaciones de zanjas para cables.
- Cimentación de Edificio de Control.
- Cimentación de Estaciones de Potencia.
- Hincado de la estructura soporte de los paneles fotovoltaicos.
- Vallado perimetral de la instalación.

- Fase 2: Montaje Electromecánico

Una vez finalizada la obra civil se procederá al montaje de los diversos equipos. La secuencia será: montaje mecánico, eléctrico y de instrumentos.

- Fase 3: Pruebas y Puesta en Marcha.

Pruebas necesarias para la correcta ejecución de la Planta.

Destacar las siguientes consideraciones para la minimización de generación de residuos:

- El terreno sobre el que se implantará la Planta tiene una orografía adecuada, por lo que los movimientos de tierras serán mínimos.
- El sistema de hincado de perfiles metálicos para sustentar las estructuras de los paneles fotovoltaicos no precisa de cimentaciones de hormigón.

La fase de construcción de la Instalación eólica consistirá en las siguientes fases:

- Fase 1.-Obra Civil y estructura:
  - Vial de acceso-conexión viales existentes.
  - Red de viales del parque.
  - Zonas de giro y zonas de cruce.
  - Hidrología y drenaje.
  - Plataformas.
  - Cimentaciones.
  - Zanjas y canalizaciones.
  - Instalaciones complementarias.
  - Restauración ambiental.

- Fase 2.-Montaje de aerogeneradores:
  - Una vez finalizada la obra civil se procederá al montaje de las diversas partes de los aerogeneradores, centro de transformación, celda de MT.
- Fase 3.-Infraestructura eléctrica y sistema de monitorización y control:
  - Red de Media tensión.
  - Sistema de puesta a tierra.
  - Protección contra descargas eléctricas atmosféricas.
  - SCADA
  - Wind Controller.
  - Comunicaciones de Fibra óptica.
- Fase 4.-Pruebas y Puesta en Marcha.
  - Pruebas necesarias para la correcta ejecución del parque. Destacar las siguientes consideraciones para la minimización de generación de residuos.
    - Se procurará realizar los menores movimientos de tierras posibles para la correcta implantación del parque, minimizando la gestión de los mismos.
    - Con el mismo criterio de eficiencia y minimización de impactos sobre el medio, siempre que fuera posible, el hormigón necesario para la obra civil se obtendrá de plantas de hormigón cercanas debidamente autorizadas.

Con el mismo criterio de eficiencia y minimización de impactos sobre el medio, el hormigón necesario para la obra civil se obtendrá de plantas de hormigón cercanas debidamente autorizadas.

5. Requisitos ambientales

5.1. Requisitos de carácter general

Se contemplará un estricto cumplimiento de los requisitos medioambientales legales que en cada momento establecidos en los distintos ámbitos: europeo, estatal, autonómico y municipal. Las especificaciones ambientales de construcción de líneas aéreas que regirán la ejecución de la obra indicarán todos los requisitos a cumplir en relación a los trabajos.

5.2. Condicionados de los organismos de la administración

Durante el proceso de Autorización Administrativa los organismos públicos y entidades que puedan ser afectadas por el desarrollo del proyecto emitirán los condicionados correspondientes que serán aplicados en el desarrollo de la ejecución de la obra.

5.3. Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible

Para evitar que las zonas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible se dispongan sobre suelo desnudo o sin mecanismos de retención de posibles derrames, se contará con una bandeja metálica sobre la que se colocaran los recipientes que contengan combustible.

La bandeja será estanca, con un bordillo mínimo de 10 cm y con capacidad igual o mayor que la del mayor de los recipientes que se ubiquen en ella. Será necesario disponer de una lona para tapar la bandeja con el fin de evitar que en caso de lluvia se llene de agua, a no ser que el almacenamiento se realice bajo cubierta.

En el caso de que sea necesario disponer de grupos electrógenos, su tanque de almacenamiento principal deberá tener doble pared y todas las tuberías irán encamisadas. Si no es así se colocarán sobre bandeja estanca de las características anteriormente descritas.

5.4. Cambios de aceites y grasas

No se verterán aceites y grasas al suelo, por lo que se tomarán todas las medidas preventivas necesarias.

El cambio de aceites de la maquinaria se realizará en un taller autorizado. Si ello no fuera posible se efectuará sobre el terreno utilizando siempre los accesorios necesarios (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable) para evitar posibles vertidos al suelo.

5.5. Campamento de obra

El campamento de obra dispondrá de los contenedores necesarios para los residuos sólidos urbanos que generen las personas que trabajan en la obra.

No serán utilizadas fosas sépticas/pozos filtrantes en la instalación sin autorización de la Confederación Hidrográfica correspondiente. Preferentemente se usarán depósitos estancos de acumulación o de wáter químico, que serán desmontados una vez hayan finalizados los trabajos. El mantenimiento de estos sistemas será el adecuado para evitar olores y molestias en el entorno de los trabajos.

5.6. Gestión de residuos

La gestión de los residuos se realizará conforme a la legislación específica vigente. Será según lo establecido en los siguientes documentos:

Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.

Plan de gestión de residuos de construcción y demolición: Entregado por el contratista y aprobado por la dirección facultativa

5.7. Incidentes con consecuencias ambientales

Se consideran incidencias medioambientales aquellas situaciones que por su posible afección al medio requieren actuaciones de emergencia.

Los principales incidentes que pueden tener lugar son incendios y fugas/derrames de material contaminante.

El riesgo de incendios viene asociado principalmente al almacenamiento y manipulación de productos inflamables. Se establecerán todas las medidas de prevención de incendios y se prestará especial atención para que los productos inflamables no entren en contacto con fuentes de calor: trabajo de soldaduras, recalentamiento de máquinas, cigarros etc. En el lugar de trabajo se contará con los extintores adecuados.

Además de las medidas de prevención de fugas y derrames (descritas en apartados anteriores) se contará en obra con los materiales necesarios para la actuación frente a derrames de sustancias potencialmente contaminantes.

5.8. Requisitos específicos para la obra civil

Limpieza de cubas de hormigonado

Se delimitará y señalizará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la obra.

La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.

5.9. Acondicionamiento final de la obra

Una vez finalizados todos los trabajos se realizará una revisión del estado de limpieza y conservación del entorno de la obra, con el fin de proceder a la recogida de restos de todo tipo que pudieran haber quedado acumulados y gestionarlos adecuadamente.

Se procederá a la rehabilitación de todos los daños ocasionados sobre las propiedades derivados de la ejecución de los trabajos.

Se revisará la situación de todas las servidumbres previamente existentes y el cumplimiento de los acuerdos adoptados con particulares y administración, acometiendo las medidas correctoras que fueran precisas si se detectan carencias o incumplimientos.

Donde sea viable, se restituirá la forma y aspecto originales del terreno.

De forma inmediata a la finalización de la obra y en el caso que sea necesario, se revegetarán las superficies desprovistas de vegetación que pudieran estar expuestas a procesos erosivos y si así se ha definido, se realizarán los trabajos de integración paisajística de la instalación.

6. Residuos generados en la obra

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos), los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar en una obra de estas características:

Tierras limpias y materiales pétreos. 17.05.04

Procedentes del movimiento de tierras necesario para realizar las zanjas, las cimentaciones, nivelaciones de terreno, etc.

Residuos de Construcción y Demolición (RCD) de naturaleza pétrea:

- 17.01.01. Hormigón.
- 17.01.02. Ladrillos.
- 17.09.04. Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas.

RCD de naturaleza no pétrea:

- 17.02.01 Madera. Incluye los restos de corte, de encofrado, etc.
- 17.02.03 Plásticos
- 17.04.05. Hierro y acero. Incluye las armaduras de acero o restos de estructuras metálicas, restos de paneles de encofrado, etc.
- 17.04.11. Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.

Otros residuos:

Residuos peligrosos:

- 15.02.02 Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.
- 15.01.11 Aerosoles
- 15.01.10. Envases vacíos de metal o plástico contaminados.
- 20.01.01. Papel y cartón. Incluye restos de embalajes, etc.

- 20.01.39. Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.
- 20.03.01. Residuos sólidos urbanos (RSU) o asimilables a urbanos. Principalmente son los generados por la actividad en vestuarios, casetas de obra, etc.

7. Medidas de prevención y minimización de los residuos a generar

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en fomentar, por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

- Adquisición de materiales
- Comienzo de la obra
- Puesta en obra
- Almacenamiento en obra

A continuación, se describen cada una de estas medidas:

- Medidas de minimización en la adquisición de materiales.
  - La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
  - Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.
  - Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
  - El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.
  - Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.
- Medidas de minimización en el comienzo de las obras
  - Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.

- Se destinarán unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.
- El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.

- Medidas de minimización en la puesta en obra
  - En caso de excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del Proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.
  - En el caso de sobrantes de hormigón, se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.
  - Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
  - En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
  - Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.
  - Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétrea (grava, hormigón, arena, etc.) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.
  - Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.
  - Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.
  - Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.
  - En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes. Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.

- Medidas de minimización del almacenamiento en obra
  - Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.

- Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
- Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.
- Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.
- Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo de la calidad de la obra.

8. Reutilización, valoración o eliminación de residuos generados

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obra. Se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos:

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
17 01 01	Hormigón	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 01 02	Ladrillos	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico	Restauración / vertedero
17 04 05	Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
17 09 04	Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 01	Madera	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje/ Planta de valorización energética
17 02 03	Plástico	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje RCD/ vertedero RCD
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
	hulla u otras sustancias peligrosas.		
20 01 39	Envases de plástico	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Valorización/eliminación	Planta de tratamiento vertedero
15 02 02	Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 11	Aerosoles	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado

Tabla 4. Destino y tratamiento de los residuos

Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositará en el lugar destinado a tal fin, según se vaya generando.

- Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.
- También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.
- Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.
- Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.

- Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.

- Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.

- Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

9. Medidas para la separación de residuos

En la lista anterior puede apreciarse que la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza NO peligrosa.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos procedentes de restos de materiales o productos industrializados, así como los envases desechados de productos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y preferiblemente se retirarán de la obra a medida que su contenido haya sido utilizado.

Las medidas de prevención y minimización de residuos consideradas en este Proyecto son las siguientes:

- Todas las tierras sobrantes no contaminadas serán entregadas a gestor autorizado situado próximo a la localización de la obra.

- Se deberá requerir a los suministradores de materiales que retiren de las obras todos aquellos elementos de transporte o embalaje de sus materiales que sean reutilizables (pallets, contenedores de plantaciones, cajas de madera, etc.).

El Constructor se encargará de almacenar separadamente estos residuos hasta su entrega al “gestor de residuos” correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

Los residuos de la misma naturaleza o similares deberán ser almacenados en los mismos contenedores para facilitar su gestión. Conforme al artículo 5 del R.D 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas y cerámicos: 40 t
- Metal: 2 t
- Madera:1 t
- Vidrio: 1 t

- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

Considerando la generación de residuos estimada, se realizará una segregación exhaustiva de los materiales, separándose según su naturaleza en las siguientes categorías:

- Los hormigones y las tierras y piedras se cargarán directamente sobre camión para su envío a gestor autorizado, no precisándose contenedores fijos en las obras para dichos residuos.

- Para el resto de los materiales de obra se dispondrán diferentes contenedores dependiendo su tipología y capacidad del material que vayan a almacenar.

- Los residuos sólidos urbanos se segregarán en las fracciones establecidas en la recogida municipal de dichos residuos, contándose en todo caso con un contenedor para envases, un contenedor para fracción resto y un contenedor de papel y cartón.

Todos los contenedores estarán debidamente señalizados indicándose el tipo de residuo para el cual está destinado. El área destinada a la ubicación de los contenedores deberá ser señalizada y delimitada mediante vallado flexible temporal. Los bidones de residuos peligrosos permanecerán cerrados y fuera de las zonas de movimiento habitual de maquinaria para evitar derrames o pérdidas por evaporación, deberán además situarse en zonas protegidas de temperaturas excesivas y del fuego. Los residuos peligrosos no podrán permanecer más de 6 meses en las obras sin proceder a su retirada por gestor autorizado.

10. Estimación de los residuos a generar

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos.

Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reutilización y reciclado.

Atendiendo a las características del proyecto, así como del emplazamiento, todos los residuos generados serán de obra nueva, no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

- Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.

- Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.

- Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).

- Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra.

- Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

Esta tipología se ha establecido para este Proyecto concreto, pudiendo variar para otros proyectos y emplazamientos.

A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

Tipo I. Residuos Vegetales Procedentes del Desbroce y/o Acondicionamiento del Terreno

La primera labor de obra consistirá en el desbroce de los terrenos en las áreas de actuación. La vegetación afectada, corresponde en su totalidad a un porte herbáceo. Es posible, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, que deba ser retirada a vertedero.

Tipo II. Tierras y Pétreos de la Excavación

Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

El terreno sobre el que se implantará el proyecto tiene una orografía adecuada, por lo que no hará falta realizar movimientos de tierras significativos para la explanación.

En el Proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de la excavación de las zanjas y de los centros de transformación. Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la creación de terraplenes y de caminos cuando sea requerido. Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

Tipo III. Residuos Inertes de Naturaleza Pétrea Resultantes de la Ejecución de la Obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación)

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de los mismos, entre otros.

La solución seleccionada para la instalación de los postes que sustentarán tanto la estructura como los paneles fotovoltaicos es el hincado directo. De esta forma, se generará una menor cantidad de residuo de hormigón.

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

Tipo IV. Residuos de Naturaleza no Pétrea Resultantes de la Ejecución de la Obra

Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc., si bien se incluyen también otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento, pero inertes.

En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

A continuación, se incluye una estimación aproximada de la cantidad de residuos que se podrían generar:

- Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno
    - 02 01 07 Residuos de la silvicultura: El residuo vegetal generado, correspondiente a los desbroces previstos en la zona de actuación, supondrá la generación de dos tipologías de fracción vegetal:
        - La fracción maderable que será utilizada como leña por la Propiedad, o en su defecto, se considerará su retirada completa a vertedero.
        - La fracción no maderable (follajes y ramilla) que será aprovechada inicialmente a nivel pecuario mediante ramoneo, y por otro lado, la eliminación final que tendrá que ser autorizado por la Administración.

Teniendo en cuenta que el área ocupada por la instalación, por los apoyos, zanja de la línea de evacuación y la subestación es de 44,79 ha, y que aproximadamente en un 80% se esperan labores de desbroce además de que se retirará una capa de 0,05 metros, el volumen aproximado generado de residuos es de 447.900,00m^2*80%*0,05 m = 17.916,00 m^3.

Debido a este residuo no puede ser valorizado en su totalidad, y, además teniendo en cuenta la época de actuación, no es adecuada su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, por tanto, se considera su retirada completa a vertedero.

De este residuo se estima un esponjamiento de 1,3 veces el volumen y una densidad de 0,02 tn/m3. De esta manera:

RCD VOLUMEN TOTAL= 17.916,00 m^3 x 1,3= 23.290,80 m^3

RCD PESO TOTAL= 23.290,80 m^3 x 0,02 tn/m^3= 465,82 tn

- Tierras y pétreos procedentes de demolición.
    - Naturaleza pétrea 17 01 02 Ladrillos y 17 01 03 Tejas. Esta partida está incluida en el apartado de obra civil del Proyecto.
- Tierras y pétreos procedentes de excavación.
    - 17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos: Corresponde a las tierras sobrantes de las excavaciones necesarias para las distintas cimentaciones y zanjas.

Considerando un esponjamiento de 1,25 y que el 5% va al vertedero (95% será reutilizado en obra), se gestionarán aproximadamente las siguientes cantidades, considerando una densidad de 1700 kg/m^3:

RCD VOLUMEN TOTAL = 336.656,34 m^3 x 1,25 x 5% = 21.041,02 m^3

RCD PESO TOTAL= 21.041,02 m^3 x 1,7 tn/m^3 = 35.769,74 tn

- RCD resultantes de la ejecución de la obra.
  - RCD de naturaleza pétrea
    - 17 01 01 Hormigón

El hormigón que se genera como residuo será el sobrante del hormigonado de las cimentaciones de los centros de transformación, los aerogeneradores, de la subestación elevadora y de los apoyos, el cual asciende a 2.011,00 m^3.

Siendo el esponjamiento del hormigón de 1,50 veces el volumen y la densidad de 2.400 kg/m^3 y considerando que se produce un residuo del 1%:

RCD VOLUMEN TOTAL = 2.011,00 m^3 x 1,5 x 1% = 30,17 m^3

RCD PESO TOTAL = 30,17 m^3 x 2,4 tn/m^3 = 72,41 tn

- 17 01 02 Ladrillos

En esta obra no se generará residuos de ladrillos.

- RCD de naturaleza no pétrea
  - 17 02 01 Madera

Puede generarse por su presencia en pallets de entrega de equipos, si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 02 02 Vidrio

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 02 03 Plásticos. Tubos de PVC

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 04 05 Hierro y acero

En el caso de generarse este material metálico será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 04 11 Cables sin sustancias peligrosas

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- Otros residuos:
  - 20 01 01 Papel y cartón

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior reciclaje, por lo cual no genera ningún residuo.

  - 20 01 39 Plásticos

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

En esta obra se estima también que podrán generarse residuos peligrosos, por ello se va a considerar una partida para la posible gestión de los mismos, entre ellos:

- Absorbentes contaminados
- Aerosoles vacíos
- Envases vacíos de metal o Plástico contaminado
- Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- Otros.

En resumen, la estimación de los residuos generados en la instalación son los siguientes:

Resumen de Residuos Generados Durante la Obra		m^3	Tn
Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno	17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	23.290,80	465,82
Tierras y pétreos procedentes de excavación.	17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	21.041,02	35.769,74
RCD de naturaleza pétrea	17 01 01 Hormigón	30,17	72,41

Tabla 5. Resumen de residuos generados en obra

11. Prescripciones a incluir en el pliego de condiciones técnicas del proyecto

- **Respecto a las condiciones del poseedor de los residuos**
  - Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un Plan de Gestión de Residuos. Este Plan reflejará cómo se va a llevar a cabo las obligaciones que le apliquen en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la

dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

- El poseedor de los residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos.
- Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operación de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.
- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
- El poseedor de los residuos (contratista) facilitará al productor de los mismos (promotor) toda la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y especialmente, en el plan o sus modificaciones. Es decir, acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados.
- El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación por parte de un gestor autorizado para cada tipo de residuo que se vaya a generar en la obra.
- El gestor de residuos deberá emitir un certificado acreditativo de la gestión de los residuos generados, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia, la cantidad y tipo de residuo gestionado codificado con el código LER.
- Cuando dicho gestor únicamente realice operaciones de recogida, almacenamiento, trasferencia o transporte, en el documento de entrega al poseedor (contratista) deberá también figurar el gestor de valorización o eliminación posterior al que se destinan los residuos.
- Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento.
- Para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha del traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una comunidad autónoma, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.

- **<u>Respecto a la segregación de los residuos:</u>**

La segregación de los residuos es obligatoria en ciertos casos.

- En el caso de Residuos Peligrosos (RP). siempre es obligatorio la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.
- En el caso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y según el RD 105/2008, de 1 de febrero, la segregación ha de realizarse siempre que las siguientes fracciones, de forma individualizada para cada fracción, supere las siguientes cantidades:
  - Hormigón: 80 t
  - Ladrillos, tejas, cerámico: 40 t
  - Metal: 2 t
  - Madera: 1 t
  - Vidrio: 1 t
  - Plástico: 0,5 t
  - Papel y cartón: 0,5 t
- Cuando por falta de espacio físico en la obra, no sea posible realizar la segregación en origen, se podrá realizar por un gestor autorizado en una instalación externa a la obra, siempre que el gestor obtenga la Documentación Acreditativa de haber cumplido en nombre del productor con su obligación de segregación.
- Los residuos valorizables siempre se van a segregar, y se realizará en contenedores o en acopios que estarán correctamente señalizados para que se puedan almacenar de un modo adecuado.
- El responsable de la obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la propia obra, igualmente deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.
- Los contenedores o los sacos industriales para almacenamiento de residuos han de estar en buenas condiciones. En los mismos deberá figurar, de forma visible y legible, la razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.
- Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tal según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de obra.

- **<u>En cuanto a la gestión concreta de los residuos no peligrosos:</u>**
  - Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.

- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentre en su poder, a mantenerlos en las condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Se debe asegurar que los transportistas o gestores autorizados que se contraten estén autorizados correctamente dentro de la/s comunidad/es autónoma/s de actuación. Se realizará un estricto control documental de modo que los transportistas y los gestores deberán aportar la documentación de cada retirada y entrega en destino final. Toda esta documentación será recopilada por el poseedor del residuo (contratista) y entregada al productor (promotor) al final de la obra.
- Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.
- El depósito temporal de residuos se realizará en contenedores, sacos o bidones adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
- La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a 2 años cuando se destinen a valorización y a 1 año cuando se destinen a eliminación.

- **Respecto a la correcta gestión de los residuos peligrosos (RP):**
  - Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una Comunicación previa al inicio de la actividad según el art 29 de la Ley 22/2011, de 28 de julio. Si la comunicación reúne los requisitos establecidos, la comunidad autónoma procederá a su inscripción en el registro, no emitiendo resolución alguna. Se les asignará un NIMA (Número de Identificación Medioambiental).
  - Los residuos peligrosos siempre han de separarse en origen.
  - Los residuos peligrosos se almacenarán temporalmente siguiendo las siguientes condiciones: (art. 21 de la Ley 7/2022 y Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (Real Decreto 656/2017):
  - Definir una zona específica.
  - No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).

¿Dónde situarlo?

- En el exterior bajo cubierta,
- Dentro de la nave,

- en intemperie en envases herméticamente cerrados

Condicionantes de la zona de almacenamiento temporal:

- Suelo impermeabilizado: cemento u hormigón.
- Cubierto (que evite la entrada de agua de la lluvia)
- Sobre un cubeto o bordillo en caso de residuos líquidos o fluidos.
- Alejado de la red de saneamiento

Traslado de RP para almacenarlos en otro lugar: Está prohibido transportar los RP fuera de la obra para almacenarlos en otra instalación, aunque sea propia.

Los residuos peligrosos se envasarán con las siguientes condiciones:

- 1 recipiente/cada tipo de residuo. Cada recipiente identificado con etiquetas y adecuado para cada residuo.
- Recomendación en caso de duda: utilizar recipiente proporcionados por el gestor de cada tipo de residuo.
- En las etiquetas identificativas de los residuos peligrosos aparecerá la siguiente información (art. 14.2 de RD 833/88, que ha sido modificado: El código y la descripción del residuos de acuerdo con la lista establecida en la Decisión 2014/955/UE y el código y la descripción de la característica de peligrosidad de acuerdo con el anexo III de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados modificado por el Reglamento 1357/2914, de 18 de diciembre por el que se modifica el anexo III de la Directiva 2008/98/CE:
  - Nombre, dirección y teléfono de productor o poseedor de los residuos
  - Fechas de envasado.
  - La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos se indicara mediante los pictogramas descritos en el Reglamento (CE) No 1272/2008 del Parlamento y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) no 1907/2006/.
  - Cuando se asigne a un residuo envasado más de un indicador de un pictograma se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 26 del Reglamento (CE) nº1272/2008.
  - La etiqueta debe ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, indicaciones o etiquetas anteriores de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo. El tamaño de la etiqueta debe tener como mínimo las dimensiones de 10×10 cm.

- No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos.

Se rellenará la fecha de inicio del almacenamiento en la etiqueta.

- Se dispondrán de un archivo físico o telemático donde se recoja por orden cronológico la cantidad, naturaleza, origen, destino y método de tratamiento de los residuos; cuando proceda se inscribirá también, el medio de transporte y la frecuencia de recogida. En el Archivo cronológico se incorporará la información contenida en la acreditación documental de las operaciones de producción y gestión de residuos. Se guardará la información archivada durante, al menos, tres años. (Artículo 40; Ley 22/2011 de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados).

- Requisitos generales de traslado (RD 180/2015):

  - Disponer con carácter previo al inicio de un traslado de un contrato de tratamiento. Este, deberá establecer al menos las especificaciones de los residuos, las condiciones del traslado y las obligaciones de las partes cuando se presenten incidencias. El contrato de tratamiento contendrá, al menos, los siguientes aspectos:

  - Cantidad estimada de residuos que se va a trasladar.

  - Identificación de los residuos mediante su codificación LER.

  - Periodicidad estimada de los traslados.

  - Cualquier otra información que sea relevante para el adecuado tratamiento de los residuos.

  - Tratamiento al que se van a someter los residuos, de conformidad con los anexos I y II de la Ley 22/2011, de 28 de julio.

  - Obligaciones de las partes en relación con la posibilidad de rechazo de los residuos por parte del destinatario.

- Los residuos deberán ir acompañados del documento de identificación desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino. El documento de identificación deberá incluir el contenido establecido en el ANEXO I del RD 180/2015.

  - Número de documento de identificación.

  - Número de notificación previa.

  - Fecha de inicio del traslado.

  - Información relativa al operador del traslado.

  - Información relativa al origen del traslado.

  - Información relativa al destino del traslado.

  - Características del residuo que se traslada.

- Información relativa a los transportistas que intervienen en el traslado.
- Otras informaciones.

Además de ello, se establecen los siguientes condicionantes:

- Antes de iniciar un traslado de residuos el operador cumplimentará el documento de identificación, con el contenido del anexo I, que entregará al transportista.
- Una vez efectuado el traslado, el transportista entregará el documento de identificación al destinatario de los residuos. Tanto el transportista como el destinatario incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación firmada por el destinatario en el que conste la entrega de los residuos.
- El destinatario dispondrá de un plazo de treinta días desde la recepción de los residuos para efectuar las comprobaciones necesarias y para remitir al operador el documento de identificación, indicando la aceptación o rechazo de los residuos, de conformidad con lo previsto en el contrato de tratamiento.
- En el caso de residuos sometidos a notificación previa, el destinatario del traslado de residuos remitirá, en el plazo de treinta días desde la entrega de los residuos, el documento de identificación al órgano competente de la comunidad autónoma de origen y de destino
- En el caso de traslados de residuos no sometidos al procedimiento de notificación previa podrá hacer la función de documento de identificación un albarán, una factura u otra documentación prevista en la legislación aplicable.

Notificación de traslado. Además de los requisitos generales de traslado, quedan sometidos al requisito de Notificación Previa los traslados de residuos destinados a eliminación, residuos destinados a instalaciones de incineración clasificadas como valorización cuando superen los 20kg y los residuos destinados a valorización identificados con el código LER 20 03 01.

Antes de realizar un envío se deberá notificar con 10 días de antelación a las Autoridades Competentes (Consejería si el transporte se realiza dentro del territorio de esta Comunidad, y también al Ministerio de Medio Ambiente si el transporte afecta a más de una Comunidad Autónoma).

Según la Ley 7/2022 se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- art. 21. No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).
- Documentación que se generará en la gestión de residuos peligrosos:

Fase	Documentación	Legislación

Inicio de obra	Plan de Gestión de Residuos	
	Comunicación previa al inicio de la actividad (NIMA)	Ley 7/2022
Fase de obra	Datos Gestor de Residuos Peligrosos	
	Datos transportista de Residuos Peligrosos	
	Registro de control interno de la gestión y almacenamiento de residuos peligrosos	Ley 7/2022
	Documentación de Aceptación *	
	Documentos de Control y Seguimiento *	Ley 7/2022
	Comunicación traslado de RP de una comunidad a otra	RD. 553/2020
	Hoja de control de Pequeñas cantidades de residuos (sólo en la Comunidad de Madrid)	Orden 2029/2000

Tabla 6. Documentación

Se deben guardar durante un mínimo de 5 años.

Córdoba, Julio de 2023

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426

Anejo 13: RBDA

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales", LMT de interconexión PE y subestación elevadora 66/30 kV en los TT.MM. de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 18,49 MW
Potencia instalada eólica: 31,50 MW
Capacidad de acceso: 31,50 MW

Promotor**: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Julio 2023

ÍNDICE

1. **PARCELAS AFECTADAS POR EL PARQUE EÓLICO 3**
2. **PARCELAS AFECTADAS POR EL PARQUE SOLAR 3**
3. **PARCELAS AFECTADAS POR LA LÍNEA DE INTERCONEXIÓN DEL PARQUE EÓLICO 3**
4. **PARCELAS AFECTADAS POR LA SUBESTACIÓN ELEVADORA 66/30 KV 4**
5. **PARCELAS AFECTADAS POR LA LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN EN 30 KV 5**

1. Parcelas afectadas por el Parque Eólico

Las parcelas catastrales en la que se ubicará el parque eólico son las siguientes:

Municipio	Polígono	Parcela	Referencia catastral
El Puerto de Santa María	19	11	11027A01900011
El Puerto de Santa María	4	2	11027A00400002
El Puerto de Santa María	2	16	11027A00200016
Jerez de la Frontera	96	2	53020A09600002
Jerez de la Frontera	1	8	53020A00100008

Tabla 1. Parcela afectada planta solar fotovoltaica

2. Parcelas afectadas por el Parque Solar

Las parcelas catastrales en la que se ubicará el parque solar son las siguientes:

Municipio	Polígono	Parcela	Referencia catastral
Jerez de la Frontera	10	8	53020A00100008
Sanlúcar de Barrameda	6	143	11032A00600143

Tabla 2. Parcela afectada planta solar fotovoltaica

3. Parcelas afectadas por la línea de interconexión del parque eólico

Las parcelas catastrales afectadas por el trazado de la línea de interconexión son las siguientes:

Municipio	Polígono	Parcela	Referencia catastral
El Puerto de Santa María	19	11	11027A01900011
El Puerto de Santa María	4	2	11027A00400002
El Puerto de Santa María	2	16	11027A00200016
El Puerto de Santa María	2	9001	11027A00209001
El Puerto de Santa María	1	12	53020A00100012
Jerez de la Frontera	96	2	53020A09600002
Jerez de la Frontera	1	8	53020A00100008
Jerez de la Frontera	96	90	53020A09600090
Jerez de la Frontera	96	9005	53020A09609005
Jerez de la Frontera	1	12	53020A00100012
El Puerto de Santa María	2	13	11027A00200013
El Puerto de Santa María	2	17	11027A00200017

Tabla 3. Parcelas afectadas línea de interconexión

4. Parcelas afectadas por la Subestación Elevadora 66/30 kV

La parcela catastral afectada por la Subestación Elevadora 66/30 kV es la siguiente:

Municipio	Polígono	Parcela	Referencia catastral
Sanlúcar de Barrameda	6	143	11032A00600143

Tabla 4. Parcela afectada Subestación Elevadora 66/30 kV

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

5. Parcelas afectadas por la línea aéreo-subterránea de media tensión en 30 kV

Las parcelas catastrales afectadas por el trazado de la línea aéreo-subterránea de media tensión en 30 kV son las siguientes:

Orden	Referencia catastral	Polígono	Parcela	Termino municipal	Naturaleza del terreno	Superficie vallado (m2)	Longitud aéreo (m)	Serv. de paso (m2)	Longitud subterráneo (m)	Tramo subterraneo (m2)	Nº apoyos	Apoyo	Ocupación temporal (m2)	Ocupación permanente (m2)
1	11027A01900011	19	11	El Puerto de Santa María	Agrícola	-	15,7	76,63	251,31	75,393	1	1	792,93	172,50
2	11027A01900014	19	14	El Puerto de Santa María	Agrícola	-	45,76	353,01	-	-	-	-	-	-
3	11027A01909002	19	9002	El Puerto de Santa María	Agrícola	-	9,25	88,21	-	-	-	-	-	-
4	11027A01900010	19	10	El Puerto de Santa María	Agrícola	-	724,06	5633,63	-	-	3	2,3,4	372,9675	3,9675
5	11027A01909003	19	9003	El Puerto de Santa María	Agrícola	-	5,07	50,56	-	-	-	-	-	-
6	11027A01900005	19	5	El Puerto de Santa María	Agrícola	-	357,86	3303,15	-	-	1	5	125,8884	1,4884
7	11027A00309001	3	9001	El Puerto de Santa María	Agrícola	-	5,03	45,88	-	-	-	-	-	-
8	11027A00300013	3	13	El Puerto de Santa María	Agrícola	-	309,36	2055,45	-	-	2	6,7	253,80	3,20
9	11027A00209003	2	9003	El Puerto de Santa María	Agrícola	-	9,87	50,77	-	-	-	-	-	-
10	11027A00200021	2	21	El Puerto de Santa María	Agrícola	-	242,96	1462,28	-	-	1	8	122,1025	1,10
11	11027A00200020	2	20	El Puerto de Santa María	Agrícola	-	106,44	986,02	-	-	-	-	-	-
12	11027A00209002	2	9002	El Puerto de Santa María	Agrícola	-	7,24	49,3	-	-	-	-	-	-
13	11027A00400001	4	1	El Puerto de Santa María	Agrícola	-	497,73	3701,8	78,33	23,499	3	9,10,11	652,07	72,30
14	11027A00400002	4	2	El Puerto de Santa María	Agrícola	-	-	-	121,12	36,336	-	-	278,58	72,67
Total						**-**	**2.336,33**	**17.856,69**	**450,76**	**135,23**			**2.598,33**	**327,24**

INGNOVA PROYECTOS
Consultoría Agronómica e Industrial
mcm@ingnova.es
www.ingnova.es

C/ Tomás de Aquino, 14 (Local)
14.004 – Córdoba - España
Tlf: +34 957 08 92 33
Móvil: 655 35 98 99

Anejo 14: Plan de desmantelamiento

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales", LMT de interconexión PE y subestación elevadora 66/30 kV en los TT.MM. de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 18,49 MW
Potencia instalada eólica: 31,50 MW
Capacidad de acceso: 31,50 MW

Promotor**: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Julio 2023

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 4

2. DESCONEXIÓN DE LA RED ELÉCTRICA 4

3. DESMANTELAMIENTO DEL PARQUE SOLAR 5

3.1. DESMANTELAMIENTO DE LOS MÓDULOS 5

3.2. DESMANTELAMIENTO DE LOS SEGUIDORES SOLARES (TRACKERS) 5

3.3. DESMANTELAMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE ELÉCTRICA 6

3.4. DESMANTELAMIENTO DE LA OBRA CIVIL 6

3.5. DESMANTELAMIENTO DEL VALLADO PERIMETRAL 7

4. DESMANTELAMIENTO DEL PARQUE EÓLICO 7

4.1. TRABAJOS DE DESMANTELAMIENTO 7

4.2. DESMONTAJE DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN DE MT HACIA SET 8

4.3. RECUPERACIÓN DEL SUELO AFECTADO 8

4.3.1. Caminos 8

4.3.2. Cimentaciones 8

4.3.3. Conducciones eléctricas 9

4.3.4. Plataformas de montaje 9

4.4. RESTAURACIÓN VEGETAL DE LOS TERRENOS AFECTADOS 9

5. DESMANTELAMIENTO DE LA SUBESTACIÓN ELEVADORA 10

5.1. APARELLAJE ELÉCTRICO Y EQUIPOS 10

5.2. EMBARRADOS Y CONDUCTORES 10

5.3. ESTRUCTURA METÁLICA 10

5.4. CIMENTACIÓN Y EDIFICIO 11

5.5. VIALES INTERNOS 11

6. DESMANTELAMIENTO DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN 12

6.1. INVENTARIO DE ZONAS ALTERADAS 12

6.1.1. Viales de Mantenimiento y Explanación para Instalación de Apoyos 12

6.1.2. Cimentaciones 12

6.1.3. Puesta a Tierra 12

6.2. USO FUTURO DEL ÁREA EXPLOTADA PARA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN 12

6.2.1. Calendario de Actuaciones 14

6.2.2. Operaciones a Realizar en las Zonas Alteradas 15

7. MEDIDAS CORRECTORAS Y RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA 18

8. GESTIÓN DE RESIDUOS 19

9. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD 19

10. PRESUPUESTO 19

10.1. INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE "PE-IFV LOS MORALES" 19

10.2. SUBESTACIÓN ELEVADORA 20

10.3. LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA EN 30 KV 22

10.4. RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO 22

1. Introducción

En este anejo se describe el Plan de Desmantelamiento de la instalación hibrida “PE-IFV Los Morales”, la LMT de interconexión PE y la subestación elevadora 66/30 kV que se realizará una vez cese la actividad de la Instalación. A efectos de este Proyecto se establece un mínimo de 30 años como la vida útil de la Planta desde su puesta en servicio.

El desmantelamiento implica dejar el terreno ocupado por la Planta Fotovoltaica en su estado original. Todos los elementos constituyentes de la Planta serán desmontados o demolidos y todos los escombros retirados a un vertedero autorizado, favoreciendo el reciclaje de los diferentes materiales que componen el Proyecto.

El plazo de ejecución de las actuaciones previstas en el Plan de Desmantelamiento será de seis meses.

Con el fin de que las operaciones de desmantelamiento se realicen de forma segura, se comenzará con la desconexión eléctrica de la Planta, para proceder de forma segura al desmontaje de los equipos y conexiones eléctricas, continuando con las mecánicas y con la demolición de las obras civiles, terminando con las operaciones de restitución del suelo sus condiciones originales previas a la construcción de la Planta.

A continuación, se describen las labores de desmantelamiento de las instalaciones que componen la Planta Fotovoltaica, el tratamiento de los residuos generados y la restauración de los terrenos ocupados por la misma, así como la valoración de los costes de dichas labores.

2. Desconexión de la Red Eléctrica

Una vez que la Planta finalice su actividad y antes de proceder al desmantelamiento de las instalaciones, se procederá al desconexionado de la Planta de la red eléctrica. Lo que se realizará en las siguientes fases.

- Desconexión de la red de media tensión: Se procederá a la desconexión de la LSMT de la Planta, quedando por tanto aislada de la misma. Esta acción se realizará a nivel de la Subestación Elevadora. Para ello se procederá a:
    - Aislamiento de la Planta mediante apertura de líneas en la Subestación Elevadora y las estaciones de potencia.
    - Retirada de los conductores de media tensión correspondientes al entronque.

Los conductores y demás materiales sobrantes serán almacenados para su entrega a gestor autorizado para su reciclaje.

- Desconexión de la red interna subterránea de media tensión: Se realizará a nivel de la estación de potencia.

- Desconexión de la red de baja tensión:

- Desconexión de los inversores mediante interruptores.
- Desconexión de los ramales de los módulos mediante interruptores seccionadores.
- Desconexión del cableado que une los módulos en serie.
- Desmantelamiento de los tubos protectores y del cableado.

Los conductores y demás material sobrante serán almacenados en contenedores para su entrega a gestor autorizado para su reciclaje.

3. Desmantelamiento del parque solar

Durante el desmantelamiento se adoptarán todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos laborales recogidas en la legislación vigente en ese momento, así como toda la legislación sectorial aplicable.

Se describe a continuación el desmantelamiento de los equipos principales del Proyecto.

3.1. Desmantelamiento de los Módulos

Para llevar a cabo el desmontaje mecánico de los módulos que constituyen el generador fotovoltaico, en primer lugar, se debe realizar la desconexión eléctrica de las series de los módulos. Una vez que se haya garantizado la desconexión del sistema eléctrico se procederá en retirar los módulos de la estructura de soporte siguiendo el proceso inverso al adoptado durante su instalación.

Los módulos se irán desmontando y acopiando en zonas habilitadas para ese fin del vial más próximo, donde se irán colocando en pallets. Los módulos se repartirán por categorías en función de su estado de degradación para poder reutilizarlos en caso de que se considere conveniente. El resto se reciclarían separando los principales elementos que los componen. Las juntas aislantes colocadas entre los módulos y los marcos se separarán y se reciclarán de forma independiente.

Desde las zonas de acopio se trasladarán los pallets a un camión situado a la salida de la planta, para su traslado al destino final.

3.2. Desmantelamiento de los Seguidores Solares (trackers)

Para realizar el desmantelamiento de las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos, el primer paso es el desensamblaje de todos los elementos metálicos.

Los materiales metálicos que se obtienen se acopiarán en las zonas habilitadas para ello, desde donde se trasladarán para su carga en camión por medio del manipulador telescópico y el camión pluma.

El desmontaje de las estructuras se hará secuencialmente y solo tras el desmontaje de los módulos fotovoltaicos, y tras la desinstalación de los cuatros y materiales eléctricos y de control que pertenecen a los mismos seguidores.

Todos los materiales retirados se trasladarán desde las zonas de acopio hasta el camión para trasladarlos a un vertedero autorizado o a una planta de tratamiento para su aprovechamiento, separando los distintos materiales en función de su destino.

3.3. Desmantelamiento de la Instalación de Eléctrica

Los trabajos de desmantelamiento de la instalación eléctrica consistirán en:

- Remoción del cableado solar de los módulos fotovoltaicos
- Remoción del cable de continua desde los módulos a los inversores.
- Remoción del cable de cable de corriente alterna desde la estación de potencia a la subestación elevadora, incluyendo la red de tierra y todos sus elementos.
- Remoción del cableado de la línea de evacuación.

El cable se organizará por tipo de cable y se acoparía en contenedores distribuidos por la obra para dicho fin. Para desmontar las líneas subterráneas se recuperará en primer lugar el cableado y se abrirán después las zanjas para extraer las canalizaciones. También se demolerán las arquetas de registro distribuidas en el trazado de dicha red subterránea.

Tras la remoción del cableado se procederá con remover los inversores, los transformadores, las celdas de media tensión, los equipos de medida protección y control.

Los inversores son equipos de grandes dimensiones, por lo que será necesaria la ayuda del camión pluma o el manipulador telescópico para su traslado hasta el camión situado a la entrada de la Planta.

Todos los elementos recuperados, entre los que fundamentalmente hay cables de aluminio y cobre y material eléctrico, se acopiarán en los puntos habilitados para ello, para después llevarlos al camión separados según su destino, ya sea para su posterior reciclado o reutilización cuando sea posible o para su entrega a vertedero autorizado de cada tipo de material en caso contrario.

3.4. Desmantelamiento de la Obra Civil

Se eliminarán las cimentaciones hasta una profundidad mínima de 70 cm, a medir desde la cota natural del terreno. Una vez realizada la extracción, se procederá al recubrimiento de la zona afectada mediante una capa de terreno vegetal de espesor suficiente para que se permita el arraigo de las especies autóctonas.

En el caso de edificios fabricados en la Planta, se procederá a su demolición y retirada de escombros a vertedero autorizado.

Los viales y caminos interiores, y correspondientes cunetas y bordillos, se desmantelarán una vez finalizado el desmantelamiento de todas las instalaciones de la Planta, siempre y cuando los servicios forestales o las autoridades competentes no expresen su deseo de contar con ellos en el futuro.

Cada apoyo de la línea eléctrica está compuesto por estructuras fijas. Esta estructura de soporte va anclada al suelo por medio de monobloques o zapatas de hormigón que constituyen la cimentación del apoyo. La tierra extraída se extenderá para poder ser usada como tierra de cultivo, y la sobrante se retirará a vertedero controlado.

3.5. Desmantelamiento del Vallado Perimetral

El desmontaje del vallado perimetral se llevará a cabo manualmente, retirando los postes y vallas metálicas. Los residuos generados serán acopiados en camión para su traslado a una planta de tratamiento o vertedero autorizado para su reciclado.

4. Desmantelamiento del parque eólico

El desmantelamiento de las instalaciones del parque eólico se realizará siguiendo las consideraciones desarrolladas en el presente apartado.

En caso de cese permanente de la actividad se procederá a restituir los terrenos ocupados por el parque eólico a las condiciones anteriores a la construcción, minimizando así la afección al medio ambiente.

Al término de la fase de explotación, se procederá a realizar las siguientes operaciones de desmantelamiento y restauración:

- Desmantelamiento de los elementos que constituyen los aerogeneradores.
- Restauración de las zonas ocupadas por los elementos desmantelados.

4.1. Trabajos de desmantelamiento

Los trabajos necesarios para el desmantelamiento de los aerogeneradores serán los siguientes:

- Bajado de palas con grúa.
- Bajado de góndola con grúa.
- Retirada de góndola a taller para su desmantelamiento.
- Desmontaje de la torre por tramos y bajado con grúa.
- Retirada de tramos de torre y transporte hasta punto de recuperación.
- Retirada de cableado de comunicación y de media tensión.

Los trabajos se realizarán en serie, aprovechando la presencia de la grúa para la retirada de la totalidad de los elementos de los aerogeneradores.

Con el objetivo de limitar cualquier intervención sobre el terreno circundante se ha optado por evacuar palas y góndolas a taller para realizar las tareas de desguace y recogida de aceites.

El desmantelamiento de las torres se realizará en campo, desguazando las piezas en dimensiones acorde con las solicitudes de las empresas revalorizadores del material usado.

4.2. Desmontaje de la línea de evacuación de MT hacia SET

- Retirada del cableado subterráneo mediante excavación de zanja.
- Separación del aislamiento (resto plástico) de la sección de Aluminio
- Envío de restos plásticos (aislamiento) a centro de reciclaje de plásticos
- Valoración y envío de las secciones metálicas aluminio (o cobre) a centro de recogida de residuos metálicos

4.3. Recuperación del suelo afectado

Se elabora un plan de restauración o recuperación ambiental del entorno con medidas para el acondicionamiento e integración en el medio de aquellas estructuras sensibles de recuperación y nuevos usos para su reutilización. El objetivo principal es devolver a los terrenos ocupados por los distintos elementos del módulo de generación eólico, de forma que queden en condiciones óptimas para su uso.

El plan definirá, de acuerdo con las autoridades municipales y propietarios de los terrenos, el destino de los caminos, indicando los tramos a conservar y los tramos a eliminar. Como medida general, se aconseja la conservación de caminos principales y eliminación de secundarios. Deberán eliminarse aquellos tramos que no discurran por linderos. Se mantendrán los viales que permitan a los propietarios el acceso a sus parcelas donde estén realizando alguna actividad.

4.3.1. Caminos

Para recuperar el suelo de los caminos que se decidan eliminar se realizarán las siguientes acciones:

- Retirada del firme de los viales.
- Escarificado superficial de hasta 10 cm de espesor.
- Añadido de tierra vegetal hasta alcanzar la rasante natural del terreno.

4.3.2. Cimentaciones

En el plan de desmantelamiento no se considera la demolición de las cimentaciones ya que su eliminación generaría unos volúmenes de residuos muy grandes y sobre todo una importante

afección a los terrenos circundantes. Como se puede ver más adelante, se propone como medida correctora su ocultación cubriendo las mismas con un grueso de tierra de 40 cm.

4.3.3. Conducciones eléctricas

En cuanto a la eliminación de la red eléctrica interna generaría igualmente una afección muy elevada sobre el terreno consolidado y revegetado durante la vida útil del módulo. Es por ello que se propone únicamente el desmontaje y demolición de arquetas de paso y registro y la retirada de los hitos de señalización.

4.3.4. Plataformas de montaje

Se recuperará la superficie de las plataformas, descompactando el terreno y realizando una hidrosiembra posterior.

4.4. Restauración vegetal de los terrenos afectados

Son las medidas de carácter medioambiental a efectuar sobre los valores naturales de ámbito territorial de la zona afectada por el módulo de generación eólico y su línea de evacuación.

Se propone la revegetación de las superficies afectadas, que serán:

- Viales de acceso a aerogeneradores.
- Plataformas de montaje/desmontaje y cimentaciones de los aerogeneradores.

Se propone un plan de recuperación de suelos y revegetación, la cual se llevará a cabo mediante la siembra de una mezcla semillas de especies herbáceas y arbustivas en la que las primeras representen el 80% del total.

A la hora de llevar a cabo la elección de la composición de especies se ha seguido las siguientes premisas:

- Presencia en el entorno.
- Adaptabilidad al sustrato.
- Futuro desarrollo y capacidad de colonización.
- Disponibilidad de la semilla en el mercado.

Otros criterios importantes en la elección de especies son:

- Adaptación a las condiciones edafológicas de la zona (adaptabilidad al sustrato).
- Facilidad de establecimiento en el terreno.
- Rapidez germinativa.
- Rapidez de crecimiento (prestación de una protección al terreno apreciable y rápida).
- Poder tapizante.
- Enraizamiento vigoroso.
- Persistencia.

- Autoctoneidad (presencia de las especies en las asociaciones vegetales de la zona).
- Período vegetativo prolongado.

En el caso de las herbáceas, es primordial conseguir una implantación rápida, pues de su éxito depende que la posterior evolución colonizadora se realice o no. Por tanto, la capacidad de desarrollo y colonización cobra especial importancia en la elección de la composición de especies herbáceas.

5. Desmantelamiento de la Subestación Elevadora

5.1. Aparellaje eléctrico y equipos

Para el aparellaje eléctrico de AT, como transformador de potencia, transformadores de medida, interruptores, seccionadores y cabinas de MT se procederá a la desconexión de los mismos, retirada y traslado de cada uno según su posterior aprovechamiento, a los lugares de almacenaje que indiquen sus propietarios.

Para los equipos de menor envergadura como cuadros eléctricos, bastidores de control, rectificadores, etc., se procederá de igual manera.

Para preservar el terreno circundante a la subestación se ha optado por evacuar los equipos a un taller o fábrica para realizar las tareas de recogida de los aceites existentes en los diferentes elementos motrices del sistema generador.

En caso en que esto anterior no sea posible se trasladarán a vertederos autorizados para el tratamiento de chatarra y eliminación de aceites y otros elementos potencialmente contaminantes, gestionándose conforme a lo establecido en la legislación vigente.

Los aceites usados procedentes del transformador de potencia serán recogidos y puestos a disposición de gestor de residuos peligrosos autorizado.

5.2. Embarrados y conductores

Dado que los materiales empleados son principalmente cobre y aluminio, estos se enviarán a gestor autorizado para su reciclaje.

5.3. Estructura metálica

Una vez retirados los equipos, se procederá al desmontaje de la estructura metálica de acero. Para ello, se emplearán los medios adecuados como grúas autopropulsadas, camiones pluma, elementos de sujeción y manipulación.

Esta estructura será retirada a los lugares de almacenaje que indiquen los propietarios para su posterior reutilización o reciclaje.

Los trabajos se realizarán, en la medida de lo posible en serie, es decir, aprovechando la presencia de la grúa en obra se procederá al desmantelamiento de toda la estructura metálica que la precise.

Para preservar el terreno circundante a la subestación se ha optado por evacuar las estructuras metálicas a un taller o fábrica para realizar las tareas de despiece.

El desguazando en piezas se hará acorde con las dimensiones con las solicitudes de las empresas revalorizadoras de material usado y minimizando el coste del transporte en grúa.

5.4. Cimentación y edificio

Se eliminarán las cimentaciones hasta una profundidad mínima de 70 cm, a medir desde la cota natural del terreno. Una vez realizada la extracción, se procederá al recubrimiento de la zona afectada mediante de una capa de terreno vegetal de espesor suficiente para que se permita el arraigo de las especies autóctonas.

Para el caso de edificios, se procederá a su demolición y retirada de escombros a vertedero autorizado. De la misma forma, se repondrán los terrenos ocupados por la subestación a su morfología original, y se revegetará usando especies autóctonas.

5.5. Viales internos

Será necesaria la restitución del suelo afectado por la construcción de nuevos viales internos que dan acceso a la SET. El terreno habrá sufrido un desbroce y una compactación que se debe subsanar con la intención de que éste quede en el mismo estado previo a la existencia de la subestación.

Con esta intención sólo serán objeto de desmantelamiento y posterior revegetación los viales de nueva construcción, dado que los viales preexistentes a la subestación cumplen la función de acceso y vía de comunicación a los terrenos colindantes; por tanto, deberán permanecer para mantener dicha función.

Para la recuperación del suelo ocupado por los viales de nueva construcción y sus cunetas, se propone realizar una retirada con retroexcavadora para la eliminación de la zahorra compactada, que constituye el firme de los viales y posterior retirada a vertedero. Además, se propone un escarificado del terreno con la intención de descompactar el mismo.

A continuación, se procederá a su relleno con tierra apropiada, perteneciendo esta actuación a la restauración de suelo y a su revegetación, que se desarrolla en la fase 2, descrita a continuación.

6. Desmantelamiento de la línea de media tensión

6.1. Inventario de Zonas Alteradas

En el Plan de Restauración de este proyecto de desmantelamiento se contemplan una serie de actuaciones cuyo objetivo final es el de recuperar el valor ecológico de la zona afectada, así como la restitución de las condiciones ambientales previas a la fase de obras, de explotación y de abandono. De esta forma, conociendo cuáles son las acciones que se van a ejecutar en el proyecto y que producen impacto, se llegan a conocer cuáles son las zonas afectadas por la implantación y explotación del proyecto, y que han de ser objeto de restauración.

Estas zonas que se verán afectadas por la ejecución del proyecto se recogen a continuación.

6.1.1. Viales de Mantenimiento y Explanación para Instalación de Apoyos

Los accesos generales para mantenimiento de la línea se realizarán a partir de la infraestructura viaria existente en la zona o bien a través de terrenos agrícolas, principalmente labor secano.

De los referidos accesos, partirá la explanación donde se ubicarán los apoyos de la línea eléctrica. Los trabajos de explanación consistirán en la retirada de la cubierta vegetal existente y la excavación para la cimentación de estos. Actualmente existen cultivos herbáceos de secano, los cuales se retirarán y el material vegetal resultante se retirará a un vertedero controlado, o a un gestor para su compostaje.

6.1.2. Cimentaciones

Cada apoyo de la línea eléctrica está compuesto por estructuras fijas. Esta estructura de soporte va anclada al suelo por medio de monobloques o zapatas de hormigón que constituyen la cimentación del apoyo. La tierra extraída se extenderá para poder ser usada como tierra de cultivo, y la sobrante se retirará a vertedero controlado.

6.1.3. Puesta a Tierra

Para la puesta a tierra de cada uno de los apoyos se realizará una pequeña zanja para enterrar el electrodo de tierra. Dicha zanja se rellenará de tierras procedentes de la excavación.

6.2. Uso Futuro del Área Explotada para Línea de media tensión

Tal y como queda descrito en el proyecto de la instalación eléctrica los terrenos donde se asienta la misma son eminentemente agrícolas, siendo su uso habitual los cultivos herbáceos de secano y regadío. La vegetación natural esta relegada a formaciones herbáceas asociadas a esta comunidad vegetal de cultivo, y que comúnmente se combate mediante diferentes técnicas por ser consideradas malas hierbas.

Por otro lado, la mayoría de las especies herbáceas naturales, como gramíneas, papaveráceas, ranunculáceas, euforbiáceas, etc, se desarrollan sobre todo en las cunetas y orlas

de los caminos de acceso existentes. En un área más amplia del ámbito de este proyecto, existe la presencia de otros cultivos como son las herbáceas de regadío.

Los usos posibles en la recuperación de terrenos alterados son muy amplios, sin embargo, el entorno social, ecológico y paisajístico, y el carácter agrícola predominante son factores para tener en cuenta, reduciendo el número de posibilidades de uso, hasta llegar a determinar la opción más adecuada.

En los casos en que los proyectos causan alteraciones de gran extensión, tales como explotaciones mineras, es posible al final de la explotación plantearse un cambio en el uso del suelo, ya que, una vez llegados a ese punto, otras opciones son menos adecuadas o incluso inviables.

Sin embargo, en el caso de una línea eléctrica, como es este caso, la superficie alterada es muy pequeña en relación con la superficie total. Además, las características de la vegetación, el suelo y la topografía permitirán en este caso que todo el terreno quede disponible para los tipos de uso que habitualmente se dan en la zona en la situación pre-operacional.

Por tanto, es normal que al final de esta explotación, y una vez ejecutado el plan de restauración de la instalación eléctrica, el uso del suelo que se daba en la zona no cambie

El desbroce del terreno para la implantación de las estructuras y conductores no supone ningún peligro para la vegetación allí existente, debido principalmente a la baja tasa de diversidad floral del área donde se asienta el proyecto, es decir, la vegetación es común tanto en el área de estudio como en los alrededores. El movimiento parcial de tierra para la explanación y cimentación de los apoyos no supondría un efecto negativo en la vegetación de la zona.

Por el contrario, será más que probable el aumento de la calidad ambiental de la zona, ya que en ella se podrá desencadenar, en una primera etapa de la sucesión ecológica, de especies de vegetación herbácea natural que beneficiarán tanto las condiciones químicas y de fertilidad del suelo, como el aumento de la diversidad y riqueza de especies.

En cuanto a las recomendaciones, la primera es la de evitar en todo momento (tanto en la fase de construcción, como en las de actuación y desmantelamiento) acumular basuras (independientemente de cuál sea su origen).

Durante la explanación, que se realizará preferentemente en época de baldío o barbecho de los terrenos, con el fin de no eliminar la cubierta vegetal y aprovechar así la explotación agrícola.

La tierra excavada se dispondrá en cordones de montículos de no más de un metro y medio de alto para favorecer así su posterior uso sin que la tierra pierda propiedades por su compactación.

Teniendo en cuenta estas recomendaciones y consideraciones, se estima que el impacto producido por la construcción de la línea eléctrica sobre la vegetación en el área del proyecto será mínimo y no supondrá peligro alguno.

Sin embargo, y a pesar de la puesta en práctica de las medidas minimizadoras del impacto anteriormente expuestas, teniendo en cuenta las características socioeconómicas de la zona del municipio en las que se localizará la planta, en las que predomina la actividad agraria para el cultivo de herbáceos tanto de regadío como de secano, y viendo que en el horizonte de vida útil de la instalación proyectada, no se espera que esta situación cambie de tendencia, es lógico plantear la restauración orientada a la explotación agraria, es decir, la actualmente existente.

6.2.1. Calendario de Actuaciones

- Las actuaciones a incluir dentro del Plan de Restauración se programan en tres momentos cronológicamente diferentes:
- Durante la fase de obras: en caso de que sea posible (buenas condiciones meteorológicas,

  época adecuada para la siembra, etc.), se procederá a restaurar los siguientes elementos:
- Los viales ya existentes y que han sido adecuados.

Esta restauración consistirá básicamente en la redistribución de la primera capa de tierra vegetal extraída y procedente de la explanación sobre taludes y zanjas, de manera que se conserven y desarrollen las semillas presentes en el suelo.

- Al final de la fase de obras: se procederá a realizar la restauración sobre las zonas no ocupadas entre cada apoyo de la línea eléctrica, y utilizando las especies herbáceas presentes en la zona.
- Al término de la fase de explotación: se procederá a realizar las siguientes operaciones de restauración:
- Desmantelamiento de los elementos que constituyen la línea eléctrica (apoyos metálicos, cables y aparamenta).
- Restauración de las zonas ocupadas por los elementos desmantelados.
- Restauración de la totalidad de la plataforma de montaje de los apoyos.

La planificación de la restauración queda supeditada al ritmo de ejecución de las obras, ejecutándose en el orden propuesto en este apartado.

En cuanto a las épocas adecuadas para la realización de las labores, se procurará ajustarse a lo siguiente:

- Las épocas adecuadas para la siembra coinciden con el comienzo de la estación de desarrollo, coincidiendo ó precediendo a la época de lluvias. De esta forma, las mejores fechas coinciden con los comienzos de la primavera y el final del otoño, antes de que comiencen los fríos y heladas del invierno.
- La extracción del suelo, su apilamiento, y su extendido no deben tener lugar en condiciones de humedad. Se realizará por tanto en épocas de pocas lluvias.

- La descompactación del suelo tiene igual consideración que los movimientos de tierra del punto anterior.

6.2.2. Operaciones a Realizar en las Zonas Alteradas

Con las operaciones que se detallan en este apartado se trata de devolver al terreno afectado por la implantación y explotación de la línea eléctrica su valor ecológico, anulando ó disminuyendo cuando menos los impactos ambientales ocasionados.

Las actuaciones a llevar a cabo en cada zona se describen a continuación.

Zonas de actuación durante la fase de obras

Durante esta fase, se procederá a restaurar, en caso de que sea posible (buenas condiciones meteorológicas, época adecuada para la siembra, etc.), los siguientes elementos:

- Restauración de los viales ya existentes y que han sido adecuados.
- Restauración de zanjas de cableado.

Inicialmente, en las zonas en las que se ejecutarán las obras incluidas en el proyecto de obra se procederá a la retirada de la tierra vegetal. Esta tierra vegetal será utilizada en la restauración, por lo que deberá ser acopiada y tratada de forma conveniente.

- Las actuaciones a realizar serán las siguientes:
- Retirada de tierra vegetal.
- Acopio de tierra vegetal.
- Siembra de protección de los acopios de larga duración (más de 1 año).

Accesos para mantenimiento

Los terraplenes serán mínimos para los accesos, ya que en todos los casos se trata de viales ya existentes que solo sufrirán una adecuación consistente en la mejora del firme, mediante el relleno del bacheado y el ensanche de los puntos más reducidos. Se debe proceder, por tanto, a la revegetación de los pequeños taludes formados para evitar la erosión laminar. Al no existir pendientes, siendo la topografía del terreno plana, no se espera la formación de cárcavas.

La revegetación de estas zonas se realizará al final de la ejecución de las obras. La sucesión de operaciones a realizar será la siguiente:

- Aporte de tierra vegetal en los lugares donde se hiciera necesario.
- Extendido de la tierra vegetal.
- Despedregado.
- Revegetación por siembra manual o con máquinas sembradoras.

Zonas a Restaurar al Final de la Fase de Obras

Una vez se haya ejecutado el total de obras civiles e instalaciones de la línea eléctrica, se podrá acometer la restauración de las plataformas de montaje ejecutadas para el montaje de los apoyos y de las zonas de cimentación que queden desnudas tras las obras.

Zonas de plataforma de montaje

Una vez concluidas las obras de la instalación eléctrica, incluido por tanto el montaje de los apoyos, se podrá acometer la restauración de aquellas zonas que han servido de asentamiento a los vehículos utilizados para su montaje.

Después del desmantelamiento de la línea eléctrica se procederá a extender una capa de tierra vegetal de un espesor de 20 cm. aproximadamente, suficiente para que la siembra posterior tenga un sustrato adecuado para su nascencia.

Por tanto, las operaciones a realizar son las siguientes:

- Aporte de tierra vegetal
- Extendido de la tierra vegetal
- Despedregado
- Revegetación por siembra manual o con máquinas sembradoras.

Zonas de cimentación

Una vez finalizadas las obras de montaje de la planta, se procederá a restaurar la zona de cimentación de estos. Para ello, se realizarán las siguientes operaciones:

- Aporte de tierra vegetal
- Extendido de la tierra vegetal
- Despedregado
- Revegetación por siembra.

Zonas a restaurar al final de la fase de explotación

Una vez haya concluido la explotación de la línea eléctrica, se podrán acometer las acciones de restauración encaminadas a recuperar el valor ambiental y agrícola de las zonas ocupadas por los elementos propios de la planta. Las acciones a ejecutar serán las siguientes:

- Desmantelamiento de los elementos que constituyen la línea eléctrica (apoyos metálicos, cableado y aparamenta)
- Restauración de las zonas ocupadas por los elementos desmantelados.

Desmantelamiento de Instalaciones

Una vez concluida la explotación de la planta solar, se deberán desmantelar las instalaciones (apoyos metálicos, cableado y aparamenta), para proceder a la revegetación y que, de este modo, se consiga una situación al final del proyecto lo más parecida a la situación pre-operacional.

Las actuaciones a realizar para el desmontaje de los elementos de la planta solar serían las siguientes:

- Retirada del cableado y aparamenta: En primer lugar, se realiza la desconexión de los cables y aparamenta instalada en los apoyos metálicos y los cables subterráneos.. Posteriormente, se cargan a un camión para su transporte final a un gestor autorizado para su correcto tratamiento y reciclado.
- Desmontaje de la estructura de los apoyos: El desmontaje de la estructura de los apoyos metálicos consiste básicamente en desensamblaje de la estructura metálica del apoyo, apilándola en un lugar destinado para ello desde el cual serán cargados a un camión para su transporte definitivo a un gestor final autorizado.
- Retirada de las cimentaciones: Una vez libre de sus diferentes elementos, y retirada la estructura, se procederá al desmantelamiento de las cimentaciones constituidas por las zapatas de hormigón. Para ello, se usará una excavadora que retirará cada pieza, cargando un camión que transportará cada bloque de hormigón hasta una planta de tratamiento de RCD's. Finalmente, los huecos resultantes de la retirada de las cimentaciones serán rellenados por tierra vegetal y posteriormente se efectuará una siembra, manual o con máquinas sembradoras, con especies herbáceas presentes en la zona.
- Relleno de las zanjas del cableado subterráneo: Una vez retirado todo el cableado se procederá al relleno de la zanja.

En resumen, todo el desmontaje de los componentes se hará mediante operarios, la carga de las piezas a camiones mediante grúa y el transporte de las piezas hasta establecimiento de destino mediante camiones.

Zonas de Explanación

Una vez finalizada la explotación de la línea eléctrica, la explanación donde se ubican los apoyos carecerá de utilidad. Por ello, se procederá a su restauración total.

Las operaciones a realizar son las siguientes:

- Descompactación.
- Aporte de tierra vegetal procedente de los montículos de creados a tal efecto en la fase de construcción.
- Extendido de la tierra vegetal.

- Despedregado.
- Escarificación superficial.
- Revegetación por siembra de las especies cultivables para su cosecha (trigo, cebada, etc.).

7. Medidas Correctoras y Restauración Paisajística

Las medidas correctoras que se plantean están enfocadas a lograr algunos de los siguientes aspectos:

- Reducir o eliminar las alteraciones que el medioambiente de la zona pueda haber sufrido por las instalaciones.
- Reducir o atenuar los efectos ambientales negativos, limitando la intensidad de la acción que se ha provocado.
- Llevar a cabo medidas de restauración de modo que se consiga el efecto contrario a la acción provocada.

En la tabla siguiente aparece un esquema simplificado de los aspectos a considerar para el buen desarrollo de las medidas correctoras a realizar.

Factor Ambiental	Medidas Correctoras
Contaminación Atmosférica	- Reducir los niveles de polvo.
Contaminación Acústica	- Minimizar los niveles de ruido en las labores de desmantelamiento. - Limitación del horario de trabajo de las unidades ruidosas. - Protección del personal adscrito a la obra según Plan de Seguridad y Salud.
Suelo	- Reducir los riesgos de contaminación propios de esta fase. - Restauración de las zonas ocupadas por las instalaciones.
Vegetación	- Revegetación de los puntos ocupados por las instalaciones, empleando especies autóctonas que lo aproximen al clima.
Paisaje	- Restauración paisajística de las zonas ocupadas por las instalaciones.

Tabla 1. Medidas correctoras y restauración paisajística

8. Gestión de Residuos

Como se ha mencionado en apartados anteriores, todos aquellos elementos resultantes del desmantelamiento de la Instalación se llevarán a centros autorizados para su reciclaje o a vertederos controlados para su eliminación.

Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de reutilización reciban un control y tratamiento adecuado antes de ser reutilizado como repuestos u otras funciones que cumplan con un desarrollo sostenible de la actividad en cuestión.

9. Plan de Seguridad y Salud

El contratista adjudicatario de los trabajos de desmantelamiento, realizará conforme a la legislación vigente un plan de seguridad y salud, donde recoja, según su sistema de trabajo, las medidas de seguridad a aplicar durante la realización de estos. Este plan de seguridad y salud será aprobado por el coordinador de seguridad y salud previo al comienzo de los trabajos.

10. Presupuesto

10.1. Instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales"

Cantidad	Unidad	Concepto	Precio unitario (€)	Total (€)
Generador Eólico				
7	Ud	Desmontaje, carga y transporte de aerogeneradores	20.000,00 €	24.593,92 €
Generador Fotovoltaico				
38.428,00	Ud	Desmontaje, carga y transporte de módulos fotovoltaicos	0,64 €	24.593,92 €
739	Ud	Desmontaje, carga y transporte de seguidores	95,50 €	70.574,50 €
Instalación Eléctrica de BT				
172.679,28	ml	Desconexión de cableado eléctrico	0,29 €	50.076,99 €
6,00	Ud	Desmantelamiento de inversores y equipos eléctricos asociados	98,10 €	588,60 €
Instalación Eléctrica de MT				
25591,65	ml	Desconexión de cableado eléctrico	3,50 €	89.570,78 €
6	Ud	Desmontaje de transformadores y aparamenta de los centros de transformación	155,00 €	930,00 €
20.077,55	ml	Desmontaje de la red de tierras	2,99 €	60.031,87 €
Obra Civil				
3.695,00	Ud	Desmontaje de las cimentaciones de los seguidores (hincas).	4,70 €	17.366,50 €

Cantidad	Unidad	Concepto	Precio unitario (€)	Total (€)
1	Ud	Centro de seccionamiento	5.000,00 €	5.000,00 €
7.847	m^2	Eliminación de viales	2,78 €	21.814,66 €
Cerramiento Perimetral				
6.019,00	ml	Desmontaje del vallado	2,18 €	13.121,42 €
5	Ud	Desmontaje de puerta de acceso	250,00 €	1.250,00 €
1	Ud	Desmontaje del sistema de seguridad	6.000,00 €	6.000,00 €
Restauración Paisajística				
43,8	ha	Restauración capa vegetal	500,00 €	21.900,00 €
TOTAL PRESUPUESTO DESMANTELAMIENTO INSTALACIÓN HÍBRIDA RENOVABLE "PE-IFV LOS MORALES"				**522.819,24 €**

Tabla 2. Presupuesto desmantelamiento Instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales"

10.2. Subestación Elevadora

POS	CANT	UD.	CONCEPTO	PRECIO UNITARIO (€)	TOTAL (€)
1			**APARAMENTA**		**22.329,09 €**
1.1			**Posición de Transformador/Línea**		**12.561,00 €**
1.1.1	1	Ud.	Transformador de potencia 66/30 kV	9.150,00 €	9.150,00 €
1.1.2	3	Uds.	Autoválvulas	110,85 €	332,55 €
1.1.3	3	Uds.	Transformador de Intensidad de 66 kV	216,71 €	650,13 €
1.1.4	3	Uds.	Interruptor unipolar de 66 kV	482,92 €	1.448,76 €
1.1.5	3	Ud.	Seccionador unipolar de 66 kV	326,52 €	979,56 €
1.2			**Posiciones de MT**		**8.579,58 €**
1.2.1	3	Ud.	Autoválvulas de 36 kV	8,66 €	25,98 €
1.2.2	1	Ud.	Cabina de Transformador	1.221,30 €	1.221,30 €
1.2.3	3	Uds.	Cabina de Línea	1.221,30 €	3.663,90 €
1.2.4	1	Ud.	Cabina de SS.AA.	1.222,80 €	1.222,80 €
1.2.5	1	Uds.	Cabina de Bateria de Condensadores	1.222,80 €	1.222,80 €
1.2.6	1	Uds.	Cabina de Medida	1.222,80 €	1.222,80 €
1.3			**Equipos BT**		**1.188,51 €**
1.3.1	1	Uds.	Módulo de alimentación de corriente (Módulo compuesto de 2 uds)	287,64 €	287,64 €
1.3.2	1	Uds.	Cuadro de SS:AA	303,52 €	303,52 €
1.3.3	1	Uds.	Convertidores	102,63 €	102,63 €
1.3.4	1	Uds.	Reactancia de la p.a.t. del neutro del transformador de potencia	494,72 €	494,72 €
2			**EMBARRADOS**		**3.082,76 €**
2.1	500	m	Fase aérea y conexión entre aparatos	0,37 €	185,00 €
2.2	3	Uds.	Bornas de conexión para aparamenta de 66 kV	408,19 €	1.224,57 €
2.3	240	m	Cable seco para union transformador de potencia con Cabina de Transformador (3xFase)	1,44 €	345,60 €
2.4	42	Uds.	Botellas termorretractiles para cables secos	31,07 €	1.304,94 €
2.5	1	Uds.	Aisladores de apoyo de 66 kV	19,53 €	19,53 €
2.6	1	Uds.	Aisladores de apoyo de 36 kV	3,12 €	3,12 €
3			**RED DE TIERRAS**		**85,88 €**
3.1	500	m	Cable de Cu	0,14 €	70,00 €
3.2	50	Uds.	Soldaduras aluminotérmicas	0,19 €	9,50 €
3.3	1	Uds.	Punta Franklyn	6,38 €	6,38 €

4			**EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y CONTROL. CABLES DE MANDO Y CONTROL Y EQUIPO DE MEDIDA PARA FACTURACIÓN**		**12.305,55 €**
4.1	1	Uds.	Cajas de Formación Posición Línea	33,33 €	33,33 €
4.2	1	Uds.	Caja de Formación de Tensión de Barras	33,33 €	33,33 €
4.3	1	Uds.	Cajas de Formacion Posición Transformador	50,00 €	50,00 €
4.4	1	Uds.	Sistema de Control y Protección SICP y Telecomunicaciones	12.188,89 €	12.188,89 €
5			**EQUIPOS DE SEGURIDAD**		**90,70 €**
5.1	1	Uds.	Sistemas de Seguridad y Salud	90,70 €	90,70 €
6			**ALUMBRADO EXTERIOR**		**51,56 €**
6.1	4	Uds.	Proyector estanco IP65 400W VSAP	7,77 €	31,08 €
6.2	4	Uds.	Columna de 3 m con cruceta	5,12 €	20,48 €
7			**SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INTRUSIÓN**		**14,06 €**
7.1	1	Ud	Sistema de Protección contra Intrusión	14,06 €	14,06 €
8			**SISTEMA DE VENTILACIÓN**		**137,43 €**
8.1	1	Uds.	Sistema de ventilación de gases en el edificio de la subestación.	137,43 €	137,43 €
9			**OBRA CIVIL**		**12.114,23 €**
9.1	1000	m3	Limpieza y desbroce de terreno	0,11 €	110,00 €
9.2	6700	m3	Excavación de terreno de consistencia media/dura	0,26 €	1.742,00 €
9.3	1079	m3	Transporte de tierra a una distancia inferior a 5 km	0,12 €	129,48 €
9.4	362	m3	Mejora de terreno para subestación mediante zahorra artificial	0,59 €	213,58 €
9.5	2737	m	Zanja para red de tierras	0,18 €	492,66 €
9.6	1	Uds.	Puerta de acceso a subestación de 6 m	40,22 €	40,22 €
9.7	1	Uds.	Puerta de acceso peatonal a subestación	12,07 €	12,07 €
9.8	10	Uds.	Fundación para seccionadores tripolares	49,34 €	493,40 €
9.9	5	Uds.	Fundación para transformadores de intensidad	6,01 €	30,05 €
9.10	5	Uds.	Fundación interruptor	49,34 €	246,70 €
9.11	5	Uds.	Fundación para autoválvulas	6,01 €	30,05 €
9.12	2	Uds.	Fundación para transformador inductivo	6,01 €	12,02 €
9.13	2	Uds.	Fundación para transformador de intensidad de neutro	6,01 €	12,02 €
9.14	3	Uds.	Fundación soporte pórticos barras	32,12 €	96,36 €
9.15	4	Uds.	Fundacion reactancia de PAT del neutro	30,17 €	120,68 €
9.16	4	Uds.	Fundación de transformador de potencia	422,34 €	1.689,36 €
9.17	4	Uds.	Fundación soporte báculos de alumbrado exterior	5,63 €	22,52 €
9.18	362	m2	Carretera de entrada a subestación	1,05 €	380,10 €
9.19	288	m2	Edificio prefabricado	21,67 €	6.240,96 €
10			**ESTRUCTURA METÁLICA**		**4.200,00 €**
10.1	1	PA	Estructura para aparamenta y postes	2.500,00 €	2.500,00 €
10.2	1	PA	Pernos de anclaje	1.500,00 €	1.500,00 €
10.3	1	PA	Plantillas	200,00 €	200,00 €
11			**RESTITUCIÓN PAISAJÍSTICA**		**8.164,00 €**
11.1	6700	m2	Restauración capa vegetal y plantación especies	0,92 €	6.164,00 €
11.2	1	PA	Mantenimiento anual de vegetación en zonas restauradas	2.000,00 €	2.000,00 €
TOTAL PRESUPUESTO DESMANTELAMIENTO SUBESTACIÓN					***62.575,26 €***

Tabla 3. Presupuesto desmantelamiento Subestación Elevadora

10.3. Línea Aéreo-Subterránea en 30 kV

POS	CANT	UD.	CONCEPTO	PRECIO UNITARIO (€)	TOTAL (€)
1.1	2.236,33	ml	Desconexión de conductores y herrajes eléctricos	2,50 €	5.590,83 €
1.2	11	Uds.	Desmontaje de apoyos	465,00 €	5.115,00 €
1.3	11	Uds.	Desmontaje de red de tierras de los apoyos	50,00 €	550,00 €
1.4	450,76	ml	Desmantelamiento de conductores y zanja de línea subterránea	4,95 €	2.231,26 €
1.5	11	Uds.	Desmontaje de cimentaciones de apoyos	200,00 €	2.200,00 €
TOTAL PRESUPUESTO DESMANTELAMIENTO LASMT 30 KV					***15.687,09 €***

Tabla 4. Presupuesto desmantelamiento Línea Aéreo-Subterránea en 30 kV

10.4. Resumen del Presupuesto de Desmantelamiento

Resumen del Presupuesto	Cantidad
Instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales"	522.819,24 €
Subestación Elevadora	62.575,26 €
Línea Aéreo-Subterránea en 30 kV	15.687,09 €
TOTAL PRESUPUESTO	**601.081,59 €**

Tabla 5. Resumen Presupuesto Desmantelamiento

El presupuesto total del desmantelamiento asciende a **601.081,59 €**

Córdoba, Julio de 2023

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426

Anejo 15: Memoria de cálculo SET

Proyecto ejecutivo de instalación híbrida renovable "PE-IFV Los Morales", LMT de interconexión PE y subestación elevadora 66/30 kV en los TT.MM. de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz)

Potencia instalada fotovoltaica: 18,49 MW
Potencia instalada eólica: 31,50 MW
Capacidad de acceso: 31,50 MW

Promotor**: Iberian Retail Bernesga 6, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Julio 2023

ÍNDICE

1. OBJETO 4

2. NIVELES DE AISLAMIENTO 4

3. DISTANCIAS MÍNIMAS 5

3.1. DISTANCIAS ELÉCTRICAS 5

3.2. DISTANCIAS FASE-TIERRA Y ENTRE FASES 5

3.3. DISTANCIAS EN PASILLOS DE SERVICIO Y ZONAS DE PROTECCIÓN 6

3.4. DISTANCIAS EN ZONAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ACCIDENTALES DESDE EL EXTERIOR DEL RECINTO DE LA INSTALACIÓN 6

3.5. ELEMENTOS SOBRE POSTES 11

4. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA 12

4.1. HIPÓTESIS DE CÁLCULO PARA PÓRTICOS 12

4.2. HIPÓTESIS DE CÁLCULO PARA SOPORTES DE APARELLAJE 13

4.3. MATERIAL A UTILIZAR 14

4.4. SIMPLIFICACIONES INTRODUCIDAS 15

5. CÁLCULO DE CIMENTACIONES PARA APARAMENTA 15

6. CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO 16

6.1. DATOS DE LA RED 16

6.2. CRITERIOS DE CÁLCULO 16

6.3. RESULTADOS 17

7. INTENSIDADES NOMINALES 19

7.1. INTENSIDAD POSICIÓN DE TRANSFORMADOR Y DE LÍNEA LADO 66 KV 19

7.2. INTENSIDAD POSICIÓN DE TRANSFORMADOR LADO 30 KV 19

8. CÁLCULO DE CABLES DE MEDIA TENSIÓN 19

8.1. OBJETO 19

8.2. NORMATIVA APLICABLE 19

8.3. METODOLOGÍA DE CÁLCULO 20

8.4. SISTEMA DE PROTECCIONES 22

8.5. RESULTADOS DE CÁLCULO 23

9. CÁLCULO DE CONDUCTORES DESNUDOS 23

9.1. EMBARRADO RÍGIDO DE 66 KV 23

9.2. EMBARRADO RÍGIDO DE 30 KV 26

9.3. EMBARRADO FLEXIBLE DE 66 KV 28

9.4. EMBARRADO FLEXIBLE DE 30 KV 30

10. EFECTO CORONA 32

11. RED DE TIERRA INFERIOR 34

11.1. DATOS DE PARTIDA 35

11.2. CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA 36

11.3. TENSIÓN DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES 37

11.4. RESISTENCIA DE LA RED DE PUESTA A TIERRA 39

11.5. RESULTADOS DE CÁLCULO 39

12. RED DE TIERRA SUPERIOR 40

ANEXO 1: CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO 42

1. RESUMEN DE CÁLCULOS 43

2. CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO 44

3. CORTOCIRCUITO FASE – TIERRA 45

4. CORTOCIRCUITO FASE – FASE 46

5. CORTOCIRCUITO FASE – FASE – TIERRA 47

ANEXO 2: CÁLCULO CABLEADO MT 48

1. Objeto

Se redacta el presente anejo de cálculo de la Subestación Elevadora Los Morales 66/30 kV (en adelante "Subestación Elevadora") encargada de elevar la energía generada en la instalación híbrida renovable PE–IFV Los Morales, situada en los TT.MM. de El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz).

El presente proyecto consta de una Subestación Elevadora con una posición de transformación y de línea con su correspondiente aparamenta de AT y MT.

2. Niveles de aislamiento

Los niveles de aislamiento que se han adoptado, de acuerdo con la instrucción R.D. 337/2014, son los que corresponden a materiales del Grupo A y Grupo B para aislamiento pleno.

En el sistema de 66 kV, el material soporta permanentemente como tensión más elevada 72,5 kV, así como 325 kV cresta a impulsos tipo rayo y 140 kV eficaces a frecuencia industrial durante un minuto.

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV de cresta)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)
52	95	250	480
72,5	140	325	630
123	185	450	900
	230	550	1100
145	185	450	900
	230	550	1100
	275	650	1300
170	230	550	1100
	275	650	1300
	325	750	1500
245	325	750	1500
	360	850	1700
	395	950	1900
	460	1050	2100

Tabla 1. Niveles de aislamiento nominal asociado con los valores normalizados de la tensión más elevada para materiales del grupo B

En el sistema de 30 kV, el material soporta permanentemente como tensión más elevada 36 kV eficaces, así como 170 kV cresta a impulsos tipo rayo y 70 kV eficaces a frecuencia industrial durante un minuto.

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV cresta)		Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)			
				Lista 1		Lista 2	
		Lista 1	Lista 2	Instalación en interior	Instalación en exterior	Instalación en interior	Instalación en exterior
3,6	10	20		60	120		
			40			60	120
7,2	20	40		60	120		
			60			90	120
12	28	60		90	150		
			75			120	150
17,5	38	75		120	160		
			95			160	160
24	50	95		160	160		
			125			220	220
			145			270	270
36	70	145		270	270		
			170			320	320

Tabla 2. Niveles de aislamiento nominal asociado con los valores normalizados de la tensión más elevada para materiales del Grupo A

3. Distancias mínimas

3.1. Distancias eléctricas

Las distancias de seguridad en el interior de la subestación cumplirán los requerimientos de las normas:

- ITC-RAT 12 del Reglamento de Instalaciones de alta tensión RD 337/2014.
- UNE 21110
- IEC-60815

3.2. Distancias fase-tierra y entre fases

Las distancias mínimas entre fases y fase – tierra para los niveles de aislamiento del proyecto vienen fijadas en la instrucción R.D. 337/2014, concretamente en la ITC – RAT 12, y son las que se indican en la siguiente tabla:

Tensión más elevada para el material (Um) kV eficaces	Distancia mínima entre fases en el aire (mm)	Distancia mínima fase – tierra en el aire
72,50	630	630
36	320	320

Tabla 3. Distancias mínimas ITC - RAT 12

En nuestro caso las distancias adoptadas son superiores a las mínimas exigidas

- 1.500 mm en 66 kV, ≥ 630 mm
- 500 mm en 30 kV, ≥ 320 mm

3.3. Distancias en pasillos de servicio y zonas de protección

Tal y como indica el apartado 4.1.5 de la ITC – RAT 15, en las zonas accesibles, la parte más baja de cualquier elemento aislante estará situada a una altura mínima sobre el suelo de 230 cm.

En el parque, en la zona de 66 kV, los elementos en tensión no protegidos que se encuentran sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima “H” sobre el suelo, medida en centímetros, igual a:

$$H\ (cm) = 250 + d$$

Siendo “d” la distancia expresada en centímetros de la tabla 2 del ITC-RAT 12 (R.D. 337/2014), dadas en función de la tensión soportada nominal a impulso tipo rayo adoptada para la instalación.

En el caso más desfavorable del sistema de 66 kV, en el que d= 63 cm

$$Hmin_{c66kV} = 250 + 63 = \mathbf{313\ cm}$$

En el caso más desfavorable del sistema de 30 kV, en el que d= 32 cm

$$Hmin_{c30kV} = 250 + 32 = \mathbf{282\ cm}$$

En lo que respecta a pasillos de servicios, su anchura será de 1,00 metro con elementos de tensión a un solo lado y de 1,20 metros con elementos de tensión a ambos lados. Estas distancias han sido respetadas tal y como se puede observar en los planos de la subestación del proyecto.

3.4. Distancias en zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación

Para evitar los contactos accidentales desde el exterior del cierre del recinto de la instalación con los elementos en tensión, deberán existir entre éstos y el cierre las distancias mínimas de seguridad, medidas en horizontal y en centímetros, que a continuación se indican:

a) De los elementos en tensión al cierre cuando éste es una pared maciza de altura k <250 + d cm.

$$F = d + 100$$

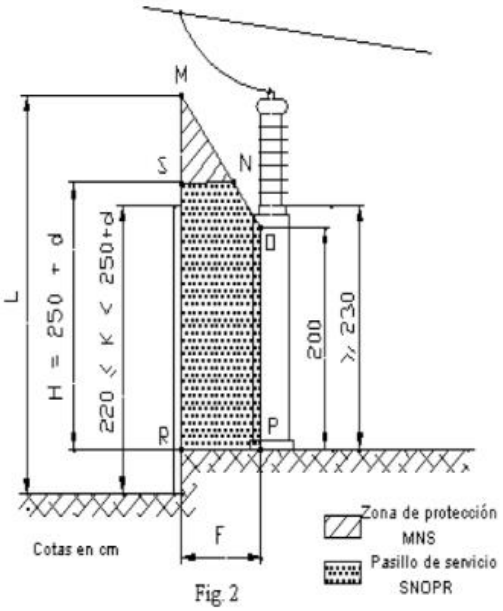


Ilustración 1. ITC-RAT-15 RD377/2014 Distancias seguridad 1

b) De los elementos en tensión al cierre cuando éste es una pared maciza de altura k ≥ 250 + d cm.

$$B = d + 3$$

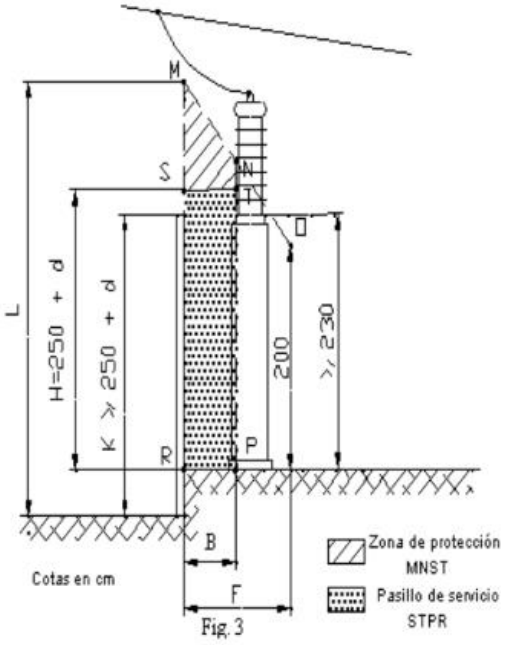


Ilustración 2. ITC-RAT-15 RD377/2014 Distancias seguridad 2

c) De los elementos en tensión al cierre cuando éste es un enrejado de cualquier altura k ≥ 220 cm.

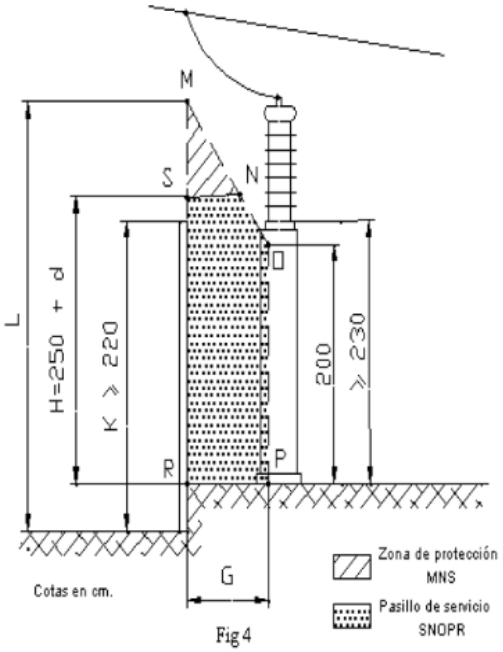


Ilustración 3. ITC-RAT-15 RD377/2014 Distancias seguridad 3

Si por motivos de ejecución en obra o cambio de equipos, la altura sobre el suelo a la parte más baja de cualquier elemento aislante, es inferior a 230 cm, no podrán establecerse pasillos de servicio, a no ser que se disponga de una protección situada entre los aparatos y el cierre exterior de la instalación.

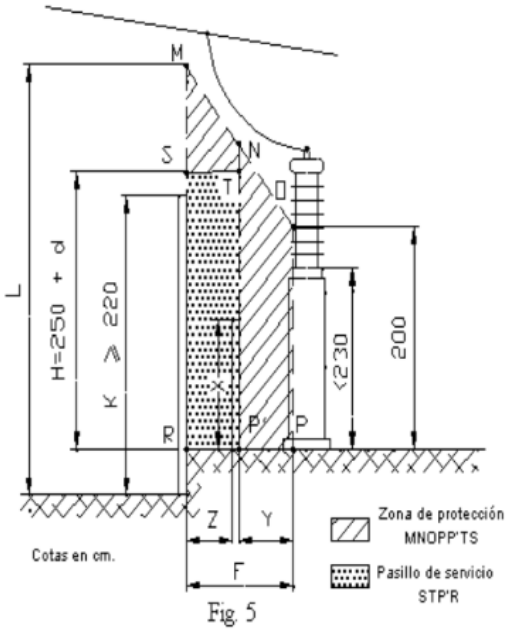


Ilustración 4. ITC-RAT-15 RD377/2014 Distancias seguridad 4

La zona rayada de estas figuras representa la zona de protección que ha de establecerse entre los elementos o aparatos en tensión y el cierre.

En todas ellas, L es la altura mínima que deben tener los conductores sobre el suelo, de acuerdo con el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión. Esta altura será medida desde el exterior de la instalación.

En el apartado 5.5 de la ITC-LAT 07 de dicho reglamento, se especifica la distancia de los conductores al terreno:

$$L = 5{,}3 + Del$$

Donde:

Del: es la distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre los conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de Del se indican en el apartado 5.2 de la citada ITC-LAT 07.

Para la tensión más elevada de la red Us = 72,50 kV se tiene que el valor de Del es de 0,70 metros, por tanto:

$$L = 5{,}3 + 0{,}70 = 6{,}00\ m$$

En cualquier caso, la distancia del aparato al cierre se determinará con la mayor distancia resultante: F, G o la suma de Z + Y + espesor del sistema de protección.

El espesor del sistema de protección considerado en este criterio se refiere al grosor del sistema de protección elegido, que puede ser pared maciza o enrejado.

Según la instrucción ITC-RAT 15 punto. 4.3.1, la zona de protección entre el cierre enrejado de altura k ≥ 220 cm y los elementos en tensión debe ser superior a:

$$G = 150 + d$$

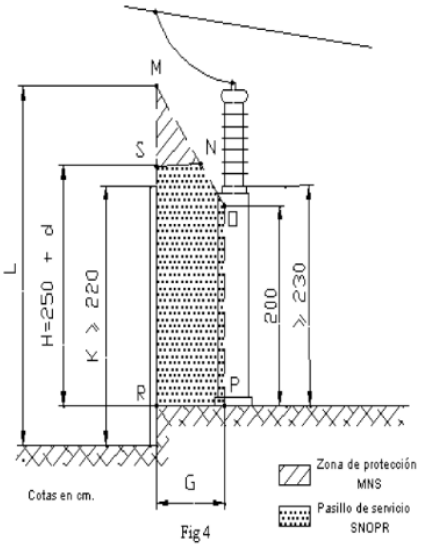


Ilustración 5. ITC-RAT-15 RD377/2014 Distancias seguridad 5

En el caso más desfavorable del sistema de 66 kV, en el que d= 63 cm

$$Hmin_{c130kV} = 150 + 63 = \mathbf{213\ cm}$$

En el caso más desfavorable del sistema de 30 kV, en el que d= 32 cm

$$Hmin_{c30kV} = 150 + 32 = \mathbf{182\ cm}$$

En las zonas de paso de aparatos y máquinas deberá mantenerse una distancia mínima entre los elementos en tensión y el punto más alto de aquéllos no inferior a d, con un mínimo de 50 cm. Se señalizará la altura máxima permitida para el paso de los aparatos o máquinas.

En cualquier caso, los pasillos de servicio estarán libres de todo obstáculo en una altura de 250 cm sobre el suelo.

En las zonas accesibles, cualquier elemento en tensión estará situado a una altura mínima sobre el suelo de 230 cm. En el caso de que dicha altura sea menor de 230 cm, será necesario establecer sistemas de protección tal como se indica en el apartado siguiente contra contactos accidentales en el interior.

Como resumen, podemos citar las siguientes distancias en exterior:

Situación	Mínima distancia
Distancia conductor estructura	>0,63 m
Conductor-suelo	6,00 m
Pasillos maniobra elementos en tensión a un lado	1 m
Pasillos maniobra elementos en tensión a dos lados	1,2 m
Altura mínima elementos no protegidos sobre pasillos 66 kV	3,13 m
Altura mínima elementos no protegidos sobre pasillos 30 kV	2,82 m
Altura mínima vallado	2,20 m
Cualquier elemento de la instalación a cierre exterior	>2,80 m

Tabla 4. Lista resumen de distancias

Todos los elementos de Alta Tensión en interior estarán dentro de celdas prefabricas compactas aisladas en gas SF6. En el caso de elementos abiertos como los trasformadores de SS.AA., se respetarán las siguientes distancias:

- De los elementos en tensión a pantallas o tabiques macizos de material no conductor:
  A = d
- De los elementos en tensión a pantallas o tabiques macizos de material conductor:
  B = d+3
- De los elementos en tensión a pantallas de enrejados:
  C = d + 10
- De los elementos en tensión a barreras (barandillas, listones, cadenas, etc.):
  E = d + 20, con un mínimo de 125 cm

Siendo "d" el valor definido en la siguiente tabla:

Tensión nominal de la instalación kV (U_r)	≤ 20	30	45	66	110	132	220	400
«d» en centímetros	22	32	48	63	110	130	210	340

En las instalaciones de celdas abiertas debe establecerse una zona de protección entre el plano de las protecciones de las celdas y los elementos en tensión. La forma y dimensiones mínimas de dichas zonas de protección se representan rayadas en las figuras 1 y 2 del apartado 6.2.4 de la ITC-RAT-14, con las precisiones que siguen, referidas a la altura y naturaleza de la protección y a las distancias de seguridad indicadas anteriormente.

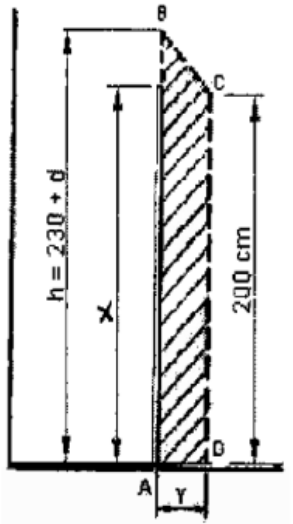


Fig. 1

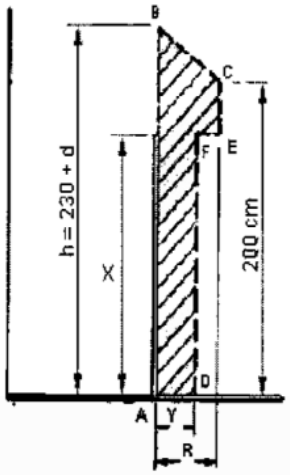


Fig. 2

Tipo de protección	X cm. según 6.2.1	Y cm. según 6.2.1	R cm. según 6.2.1	zona protección.
Pantallas o tabiques macizos. NO CONDUCTORES	≥200	A	–	ABCD Fig 1
	<200 ≥180	A	C	ABCEFD Fig. 2
	<180 ≥100	E	–	ABCD Fig. 1
Pantallas o tabiques macizos. CONDUCTORES	≥200	B	–	ABCD Fig. 1
	<200 ≥180	B	C	ABCEFD Fig. 2
	<180 ≥100	E	–	ABCD Fig. 1
Enrejados	≥180	C	–	ABCD Fig. 1
	<180 ≥100	E	–	ABCD Fig. 1.
Barreras	≥100	E	–	ABCD Fig. 1.

Tabla 5. ITC-RAT-14 RD377/2014 Distancias de seguridad

3.5. Elementos sobre postes

Para las instalaciones de elementos sobre postes (ITC RAT 15, apartado 5), los apoyos podrán ser metálicos, de hormigón armado, de madera adecuada o podrán ser mixtos de estos materiales.

Se recomienda evitar todo lo posible el empleo de tirantes o vientos que dificulten las maniobras del servicio.

La altura y disposición de los apoyos serán tales que las partes que, en servicio, se encuentre bajo tensión y no estén protegidas contra contactos accidentales se situarán como mínimo a 5 metros de altura sobre el suelo. La parte interior de las masas del equipo deberá estar situada respecto al suelo a una altura no inferior a 3 metros. En los casos en que no se cumpliesen estas alturas será necesario establecer un cierre de protección.

4. Cálculo de la estructura metálica

Como norma general, en todos los cálculos de estructura se ha considerado que el coeficiente de seguridad mínimo respecto al límite de fluencia de todos los elementos sometidos a tiros o cargas será superior a 1,5 en las condiciones más desfavorables.

Todas las estructuras metálicas a emplear, tanto para pórticos de amarre de líneas como para soportes de aparellaje, serán normalizadas, de acuerdo a las siguientes consideraciones e hipótesis de cálculo.

4.1. Hipótesis de cálculo para pórticos

A continuación, se incluye una tabla resumen con las diferentes hipótesis de carga consideradas y sus valores, así como unas breves notas a modo de resumen sobre algunas de las consideraciones adoptadas que conducen a dichos valores.

Hipótesis de carga para pórticos de amarre de línea		
Carga	**Elemento**	**valor**
Peso propio	Estructura	(kg/m)
	Cadena de aisladores (por fase)	60 kg
	Cable conductor (por fase)	80 kg
	Cable de tierra (por cable)	30 kg
Hielo	Estructura	(kg/m2)
	Cable conductor (por fase)	100 kg
	Cable de tierra (por cable)	70 kg
Viento	Cable conductor (por fase)	95 kg
	Cable de tierra (por cable)	45 kg
	Estructura (superficies planas)	100 kg/m2
	Estructura (superficies cilíndricas)	70 kg/m2
Sísmicas	Estructura	0,98 m/s2
Tiro	Cable conductor (por fase)	1.200 kg
Transversal	Cable de tierra (por cable)	960 kg

Tabla 6. Valores cálculo de pórticos

*Valores calculados con las siguientes consideraciones

- Longitud máxima del vano: 20 m
- Un conductor. Características: 25,40 mm Ø ; 1,2746 kg/m
- Una cadena de aisladores por fase
- Sobrecarga de hielo según Reglamento de Líneas.
- Sobrecarga de viento según Reglamento de Líneas.
- Presión sobre superficies planas: 100 daN/m2
- Presión sobre superficies cilíndricas de apoyos: 70 daN/m2
- Presión sobre conductores y cables de tierra: 50 daN/m2 si Ø >16 mm; 60 daN/m2si Ø ≤16 mm
- Tiro máximo considerando un ángulo de incidencia de la línea sobre el pórtico de 0º, es decir, la línea llega perpendicular al dintel y paralela al suelo.

4.2. Hipótesis de cálculo para soportes de aparellaje

Las cargas consideradas para los soportes de aparellaje y tomadas como hipótesis de cálculo son las siguientes:

- Pesos:
    - Peso propio de la estructura: Se considera como una carga lineal distribuida uniformemente en toda la estructura.
    - Peso del aparellaje: Se consideran cargas puntuales aplicadas en los puntos de apoyo del aparato sobre la estructura.

Se han considerado unos aparatos típicos y se ha calculado el peso de cada uno de ellos.

- Hielo: No se ha considerado como una carga significativa por ser superficies muy pequeñas y de valor despreciable frente al resto de cargas verticales.
- Viento: Se considera el viento como una carga horizontal actuando perpendicularmente sobre las superficies sobre las que incide. Para calcular estos valores se aplica el “Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión” que indica que se considerará un viento de 120 km/h, y cuya acción se traduce en presiones sobre los diversos elementos.
    - Viento sobre la propia estructura: Se considera como una carga lineal uniformemente distribuida sobre la longitud de cada perfil.
    - Viento sobre el aparellaje: Se considera que el viento ejerce una fuerza sobre los aparatos y que dicha fuerza se transmite al soporte, creando a su vez un momento.

La fuerza resultante se considera puntual y aplicada a la altura media del aparato. Para su determinación se consideran los aparatos como si fueran cilindros de altura la del equipo y diámetro exterior el de los aisladores cerámicos.

Se han calculado las cargas de viento sobre los distintos aparatos considerados.

- Tracción de los conductores de fase: Los esfuerzos de viento, hielo y peso propio sobre los embarrados se transmiten a las bornas de los aparatos, habiéndose considerado como caso más desfavorable el de un tubo de aluminio de 120 mm de diámetro exterior

con una longitud de 5 m (la mitad del vano mayor). Esto implica considerar 35 Kg por fase en sentido horizontal (efecto del viento como acción más importante).

- Carga excepcional: Se podría considerar una carga excepcional aplicada sobre una de las bornas superiores del aparato debida a un golpe o una manipulación incorrecta durante montaje. Este esfuerzo se supone 200 kg aplicados en vertical. Equivale a que dos hombres estuvieran sobre el soporte montando el aparato.
- Cargas dinámicas: Se considerarán las cargas dadas por los fabricantes producidos en las maniobras de apertura y cierre de interruptores.
- Esfuerzos de cortocircuito: No se considerarán los esfuerzos debidos al cortocircuito sobre las estructuras metálicas, cuando éstas soporten un aparato tripolar, estableciéndose la hipótesis de que la suma será nula en todo momento (cortocircuito trifásico). Sin embargo, sí se tendrán en consideración para el cálculo de los aisladores y para las estructuras cuando éstas soporten aparatos unipolares.
- Cargas sísmicas: Se han tenido en consideración las cargas sísmicas, que son fuerzas en las tres direcciones aplicadas en cada nudo de la estructura. Dichas fuerzas se calculan del mismo modo que para los pórticos de amarre, siendo también, en este caso, el valor considerado de 0,1. g, es decir, de 0,98 m/s2 (grado de sismicidad bajo).
- Hipótesis de desplazamiento de la estructura: Por último, al igual que en el caso de pórticos de amarre de líneas, cabe considerar una última hipótesis que no tiene que ver directamente con la carga, sino que es una restricción que se impone como consecuencia de las cargas aplicadas sobre la estructura y que trata de restringir el desplazamiento máximo permitido de los nudos.

Esto implica una restricción sobre el límite máximo de carga de la estructura no por efecto de la rotura del material al alcanzar su límite elástico sino por efecto visual, o por vibraciones de los aparatos sobre los soportes.

Es decir, se fija un desplazamiento máximo permitido de los nudos de la estructura sobre su posición inicial de partida, considerando ésta sin ninguna carga aplicada.

La restricción afecta fundamentalmente a la inclinación sobre la vertical que se produce en los soportes por el efecto de la existencia de cargas no simétricas.

En el caso de soportes de aparellaje, esta restricción de trabajo no tendrá tanta importancia como en el caso de pórticos de amarre de línea ya que no existen importantes cargas permanentes asimétricas.

Se establece en general como hipótesis de trabajo un desplazamiento máximo admisible de L/150, siendo L la altura del soporte respecto del suelo.

4.3. Material a utilizar

El material a utilizar en todas las estructuras metálicas consideradas, tanto pórticos, como soportes de aparellaje y estructuras tubulares como de perfiles normalizados de alma llena, será acero laminado tipo S275 (equivalente a la antigua nomenclatura A42b) cuyo límite elástico es de 2.800 kg/cm2.

Para dicho material se ha definido un nivel de control intenso que corresponde con un coeficiente de minoración de valor 1,1 que lo que indica es el grado de homogeneidad del material, o dicho de otra forma, el grado de imperfección del material, considerándose que un material es perfectamente homogéneo cuando el valor de dicho coeficiente toma el valor 1.

4.4. Simplificaciones introducidas

Para realizar los cálculos de las estructuras planteadas, ha sido necesario modelar la geometría de las mismas, realizándose un modelo simplificado de la realidad y estando todas las simplificaciones del lado de la seguridad.

Las simplificaciones y márgenes de seguridad que se han introducido en los modelos de pórticos de amarre de línea son los siguientes:

- La tracción máxima aplicada a los conductores y los cables de tierra es un vector fuerza, tangente al conductor con componentes según las tres direcciones del espacio.
- Se introduce una simplificación, del lado de la seguridad, si se considera que el valor de tracción de tendido del conductor corresponde íntegramente a la componente horizontal del vector.
- Se considera que la carga debida al viento actúa paralela al eje del dintel (viga de amarre) sin tener en cuenta los ángulos de incidencia de los conductores en el amarre.
- Se asume que todos los conductores de una línea inciden paralelos, con el mismo ángulo de incidencia, sobre el pórtico. Incluso se considera el mismo ángulo para los cables de tierra.
- Esta simplificación no resulta significativa en los cálculos, ya que habrá una fase que incida con mayor ángulo de incidencia, lo cual es más desfavorable para el comportamiento mecánico de las estructuras, pero, por el contrario, habrá otra fase que lo haga con menor ángulo, por lo que los efectos se ven compensados.
- Para los casos de pórticos dobles, se considera que las dos líneas se amarran con el mismo ángulo de incidencia, cuando en realidad no ocurre así.

El ángulo que se considerará para las dos será el mayor de los dos, lo cual introduce un margen de seguridad adicional en los cálculos.

5. Cálculo de cimentaciones para aparamenta

Para su cálculo se tendrán en cuenta las siguientes hipótesis de cálculo:

- Velocidad del viento
- Presión del viento sobre las superficies curvas
- Presión del viento sobre las superficies planas
- Peso del equipo
- Esfuerzos electrodinámicos sobre soportes unipolares.

Teniendo en cuenta estos esfuerzos, se asegura la estabilidad al vuelco en las peores condiciones y el coeficiente de seguridad mínimo obtenido es superior a 1,5.

El dimensionado de las cimentaciones se comprobará una vez conocidas las condiciones del terreno con un Estudio Geotécnico.

Como coeficiente de seguridad se incluirá el valor de 1,5 para mayoración de todas las cargas anteriores.

6. Cálculo de cortocircuito

El estudio de cortocircuito tiene por objeto la determinación de las intensidades de cortocircuito que deben soportar los materiales de la infraestructura eléctrica de la Subestación Elevadora 66/30 kV en caso de defecto eléctrico, proporcionando los parámetros necesarios para la elección correcta del aparellaje y equipos a instalar, así como para el diseño de la red de puesta a tierra.

Los principales objetivos de cálculo de cortocircuito son los siguientes:

- Determinar las fallas del sistema de potencia de la subestación.
- Proporcionar valores de cortocircuito de partida para seleccionar los niveles de cortocircuito asignados de la aparamenta.
- Definir el valor máximo de corriente de cortocircuito monofásico a tierra en todos los niveles de tensión con el fin de realizar el Cálculo del Sistema de Puesta a Tierra.

La frecuencia nominal de servicio del sistema eléctrico descrito se considera de 50 Hz.

6.1. Datos de la red

Se considera que el punto de conexión de la Subestación a la red de 66 kV (Subestación Sanlúcar de Barrameda), tiene los siguientes parámetros:

- Tensión asignada: 66 kV
- Máxima tensión de estado estacionario: 72,50 kV
- Frecuencia: 50±5% Hz
- Intensidad de cortocircuito:
  - Máxima intensidad de cortocircuito trifásico: 5,68 kA
  - Máxima potencia de cortocircuito trifásico: 650 MVA
  - Máxima intensidad de cortocircuito monofásico: 5,68 kA
  - Máxima potencia de cortocircuito monofásico: 650 MVA

6.2. Criterios de cálculo

El cálculo se ha realizado con el software ETAP Power Station.

El cálculo de cortocircuito de este documento define desde el lado de la seguridad, los valores preliminares de cortocircuito asignado de todos los equipos de AT y MT, así como del Centros de Transformación para servicios auxiliares.

Los valores máximos de corriente de cortocircuito calculados se utilizan para seleccionar los niveles de cortocircuito asignados de los interruptores automáticos, los embarrados y los transformadores, así como para comprobar la capacidad de los componentes del sistema para soportar esfuerzos mecánicos y térmicos.

Se estudiarán los siguientes tipos de fallas de cortocircuito: trifásico, bifásico, bifásico a tierra y monofásico a tierra.

Para el cálculo de valores de corriente de cortocircuito balanceados y no balanceados se utiliza el método de componentes simétricas. Con este método, la corriente en cada elemento se calcula mediante la superposición de las corrientes de los tres sistemas simétricos de componentes (secuencia positiva, secuencia negativa y secuencia cero). Cada uno de los tres sistemas de componentes simétricas tiene su propia impedancia en función de las impedancias de cortocircuito de cada equipo eléctrico de forma individual.

El cálculo de los valores de corriente de cortocircuito se realizará acorde a la norma IEC 60909-0. El cálculo del valor de cresta de la corriente de cortocircuito se ha hecho de acuerdo con el método c (frecuencia equivalente fc) indicado en la sección 4.3.1.2 de la norma IEC 60909-0.

6.3. Resultados

En esta sección se incluye una tabla que muestra los valores de corriente de cortocircuito en los embarrados con el fin de definir cuáles son las corrientes de cortocircuito para cada embarrado según el tipo de falla que se produce.

La información que se muestra sobre cada tipo de falla es la siguiente:

- Tensión (kV): Tensión asignada.
- I''k (kA): Valor de corriente de cortocircuito simétrica inicial.
- Ip (kA): Valor de cresta de la corriente de cortocircuito.

A continuación, se representa un esquema de la planta de generación con la corriente de cortocircuitos calculadas para cada tramo y una tabla con los valores de las corrientes de cortocircuitos en los embarrados principales.

6.3.1. Esquema de corriente de cortocircuitos

En el anexo 1 se incluye el esquema unifilar general donde se representa las corrientes de cortocircuitos de toda la subestación seccionadora. A continuación, se representa el esquema eléctrico considerado:

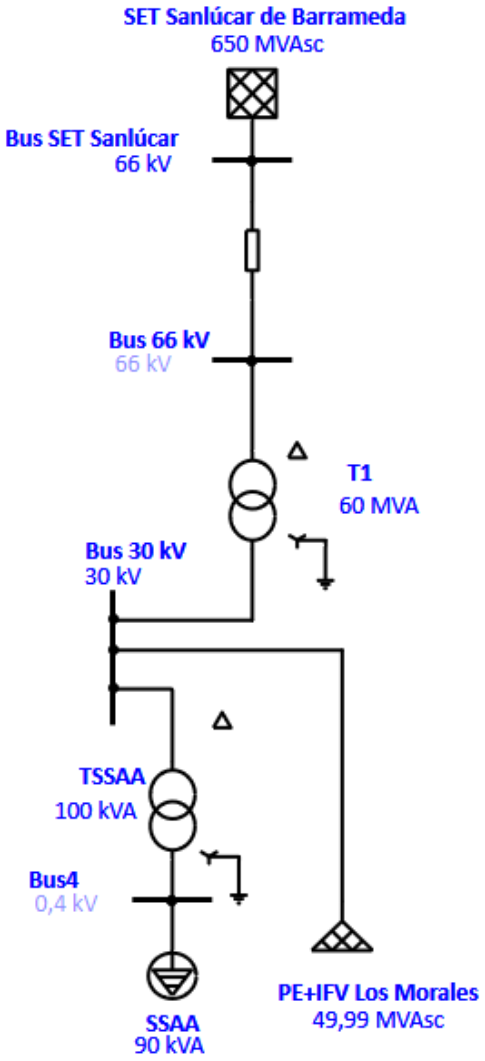


Ilustración 6. Esquema eléctrico

6.3.2. Corriente de cortocircuitos de los embarrados

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la corriente de cortocircuito en las barras principales para los diferentes tipos de falta:

Corrientes de CC en kA simétricos					
Barras	**Tensión nominal (kV)**	**Trifásica**	**Fase – Tierra**	**Fase – Fase**	**Fase – Fase – Tierra**
Bus 30 kV	30	6,649	7,726	5,758	7,473
Bus 66 kV	66	6,037	4,984	5,228	5,649
Bus SET Sanlúcar	66	6,089	5,949	5,273	6,022

Tabla 7. Corrientes de cortocircuito

Para más información acerca del estudio de cortocircuito, puede consultarse el Anexo 1.

7. Intensidades nominales

7.1. Intensidad posición de transformador y de línea lado 66 kV

La intensidad viene dada por la expresión:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * V_p * n} = \frac{49.990}{\sqrt{3} * 66 * 1} = 437{,}29\ A$$

Donde:

- S Potencia aparente en kVA.
- V_p Tensión primaria en kV.
- I Intensidad de línea en A.
- n Número de devanados.

7.2. Intensidad posición de transformador lado 30 kV

La intensidad viene dada por la expresión:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * V_p * n} = \frac{49.990}{\sqrt{3} * 30 * 1} = 962{,}05A$$

Donde:

- S Potencia aparente en kVA.
- V_p Tensión primaria en kV.
- I Intensidad de línea en A.
- n Número de devanados.

8. Cálculo de cables de media tensión

8.1. Objeto

En este apartado se definen los criterios de diseño para el dimensionamiento del cableado y protecciones de la instalación de Media Tensión de la Subestación Elevadora.

Las tensiones de uso nominal U_L de la instalación serán:

- 30 kV, 50Hz Trifásico, sin neutro.

8.2. Normativa aplicable

Los cálculos son conformes a las normativas indicadas a continuación:

- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- UNE-EN 60865-1: Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- IEC 60502-2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um=1,2 kV) up to 30 kV (Um=36 kV).
- IEC 60228: Conductors of insulated cables

8.3. Metodología de cálculo

El cálculo de las secciones y tipo de conductores se realizará mediante la aplicación de tres criterios diferentes:

- Intensidad máxima admisible.
- Caída de tensión.
- Intensidad máxima de cortocircuito

Para la comprobación de cada uno de estos criterios será necesario calcular previamente en cada línea:

- Intensidad nominal para la que debe ser diseñada.
- Longitud de la línea.
- Intensidad de cortocircuito que puede aparecer en la línea.
- Caída de tensión máxima admisible.
- Intensidad máxima admisible para cada conductor.
- Nivel de aislamiento requerido al conductor.

8.3.1. Cálculo por intensidad máxima admisible

La intensidad para la que será calculada cada uno de los circuitos se establecerá a partir de la potencia que deba transportar cada una de los mismos, la tensión nominal y el factor de potencia (cos φ), mediante las siguientes expresiones:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot cos\varphi$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot sen\varphi$$

Por otro lado, la intensidad admisible por el conductor en las condiciones de instalación se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$I_z = I_o \cdot K$$

Donde:

- I_z es la corriente admisible por el conductor en las condiciones de instalación.
- I_o es la corriente nominal del conductor.
- K: Factor de corrección en función de las condiciones de la instalación.

Nota: factor de corrección será el resultado del producto de varios factores de corrección referentes a la temperatura, agrupación de circuitos, resistividad térmica del terreno, etc. Los factores de corrección para las distintas condiciones, así como la corriente nominal de los conductores están tabulados en la normativa IEC 60502-2. Cuando alguna medida no esté tabulada se escogerá el siguiente valor más restrictivo para asegurar que el cable cumplirá con el criterio

Para el dimensionado del cableado conforme al criterio de densidad de corriente, en todo momento se debe cumplir que:

$$I < I_z$$

8.3.2. Cálculo por caída de tensión

Para el cálculo de la caída de tensión entre fases se aplica la expresión:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot cos\varphi + X \cdot sen\varphi)$$

Donde:

- ΔV es la caída de tensión (V)
- I es la intensidad circulante (A)
- L es la longitud del conductor (m)
- R es la resistencia por metro de conductor (Ω/m)
- X es la reactancia por metro de conductor (Ω/m)
- $cos\varphi$ es el factor de potencia

8.3.3. Cálculo por intensidad de cortocircuito

La norma IEC-60685 introduce la siguiente expresión para el cálculo de la sección de cable de acuerdo a la corriente de cortocircuito:

$$I_{cc}^2 \cdot t_{cc} = k^2 \cdot S^2 \cdot ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Donde:

- I_{cc} es la corriente de cortocircuito (A)
- t_{cc} es la duración del cortocircuito (s)
- S es la sección del conductor (mm^2)
- β es la inversa del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura
- θ_f es la temperatura final del cortocircuito (ºC)
- θ_i es la temperatura inicial del cortocircuito (ºC)
- k es una constante dependiente del material conductor

Las constantes de la formulación anterior son:

Material	k	β
Cobre	226	234,5
Aluminio	148	228

Tabla 8. Constantes dependientes del material

Aislamiento	θ_i	θ_f
PVC	70	160
XLPE/EPR	90	250

Tabla 9. Constantes dependientes del aislamiento

Teniendo en cuenta estos valores, la expresión se puede simplificar a:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t_{cc}} = K \cdot S$$

Siendo K:

Material y Aislamiento	K
Cobre y PVC	115
Aluminio y PVC	74
Cobre y XLPE/EPR	143
Aluminio y XLPE/EPR	92

Tabla 10. Valor de la constante k

8.4. Sistema de protecciones

Los circuitos de la instalación de MT se protegerán en las celdas compactas de 30 kV de las Estaciones de Potencia mediante un interruptor automático y relés, cuyas características serán:

Parámetro	Valor
Tensión nominal (kV)	30 kV
Intensidad nominal en servicio continuo (A)	1.250 A
Poder de corte (kA)	25 kA

Tabla 11. Protecciones MT

8.5. Resultados de cálculo

En el *Anexo II. Cálculo cableado MT* se reflejan tabulados los resultados de los cables de media tensión.

9. Cálculo de conductores desnudos

Los conductores eléctricos desnudos a instalar en la Subestación Elevadora pueden ser de los siguientes:

- Conductores desnudos rígidos (Embarrados).
- Conductores desnudos flexibles.

La sección de los conductores desnudos se determinará de modo que la temperatura máxima en servicio (calentamiento más temperatura ambiente), no sean superiores a 85ºC, tanto para conductores de cobre como de aluminio se deberán tomar las medidas apropiadas para compensar las dilataciones de los embarrados o barras.

Los cálculos se basan en el procedimiento de cálculo expuesto en la UNE-EN 60865-1. En cada tramo el embarrado se encuentra apoyado en un extremo y empotrado en el otro, es decir, en uno de los extremos se permite el desplazamiento según el eje del embarrado y en el otro se encuentra rígidamente unido a la aparamenta.

9.1. Embarrado rígido de 66 kV

9.1.1. Hipótesis de diseño

Para los embarrados rígidos en 66 kV se adoptarán los siguientes valores de diseño

- Tensión asignada: 66 kV
- Máxima tensión de estado estacionario: 72,50 kV
- Intensidad cortocircuito admisible (simétrica): 25 kA
- Duración de cortocircuito: 1 s
- Temperatura ambiente: 35 ºC
- Temperatura trabajo: 90 ºC

Las conexiones rígidas se harán con tubo de aluminio Al 80/70 mm ϕ.

En cuanto a las condiciones del vano, se empleará la geometría y condiciones más desfavorables, es decir, una longitud de vano de 12 m con una distancia entre fases de 1,50 m y apoyo fijo – deslizante.

9.1.2. Características de los materiales

El embarrado seleccionado para el sistema de 66 kV consiste en un tubo de aluminio 6063 – T6 con las siguientes características:

Tubo Al 80/70 mm

- Material: Aluminio 6063-T6
- D_{ext}/D_{int}: 80/70 mm
- Sección: 1.180 mm^2
- Peso tubo: 3.181 kg/m
- Cable amortiguador: No
- Peso total: 6,561 kg/m
- Intensidad admisible tubo: 1.890 A
- Momento de inercia: 83,20 cm^4
- Momento resistente: 20,80 cm^3
- Coeficiente de dilatación lineal: 0,023 $mm*^oC^{-1}/m$
- Límite de fluencia: 160 N/mm^2
- Módulo de Young: 68.600 N/mm^2

Aislador C4 – 325

- Tipo: C4 – 325
- Tensión nominal: 66 kV
- Tensión más elevada del material: 72,5 kV
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo: 325 kV, cresta
- Tensión soportada a frecuencia industrial (bajo lluvia): 140 kV
- Carga de rotura a flexión: 4.000 N
- Carga de rotura a torsión: 2.000 N*m

9.1.3. Intensidad admisible posición de transformación y de línea

La intensidad máxima prevista para la tensión de 66 kV viene dada por la potencia de evacuación de la Subestación y viene dada por la expresión:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * V_p * n} = \frac{49.990}{\sqrt{3} * 66 * 1} = 437{,}29\ A$$

Donde:

- S Potencia aparente en kVA.
- V_p Tensión primaria en kV.
- I Intensidad de línea en A.

El embarrado de 66 kV se realizará con tubo de aluminio de 80 mm de diámetro exterior y 70 mm de diámetro interior (1.180 mm^2 de sección), que, al aire, admite una intensidad de 1.890 A en servicio continuo y en un rango de temperatura operativas de hasta 65 ºC.

Por lo tanto,

$$I_{max} = 1.890A > I_{transportada} = 437{,}29\ A$$

9.1.4. Cálculo de cortocircuito

La sección del conductor debe soportar la intensidad de cortocircuito para la que se diseña la subestación. La intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito se determina mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{k * s}{\sqrt{t}}$$

Donde:

- I_{cc} Intensidad de cortocircuito admisible (A).
- k Coeficiente de valor 93 para el aluminio y 142 para el cobre.
- s Sección del conductor en mm^2.
- n Tiempo estimado de despeje de la falta en segundos.

La sección del conductor debe soportar la intensidad de cortocircuito para la que se diseña la subestación. La intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito se determina mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{k * s}{\sqrt{t}} = \frac{93 * 1.180}{\sqrt{1}} = 109{,}74\ kA$$

$$I_{cc} = 109{,}74\ kA > I_{ccdiseño}(66\ kV) = 25\ kA$$

El embarrado empleado posee una sección suficiente por lo que se considera correctamente dimensionado.

9.2. Embarrado rígido de 30 kV

9.2.1. Hipótesis de diseño

Para los embarrados rígidos en 30 kV se adoptarán los siguientes valores de diseño

- Tensión asignada: 30 kV
- Máxima tensión de estado estacionario: 36 kV
- Intensidad cortocircuito admisible (simétrica): 25 kA
- Duración de cortocircuito: 1 s
- Temperatura ambiente: 35 ºC
- Temperatura trabajo: 90 ºC

Las conexiones rígidas se harán con tubo de aluminio Al 80/70 mm ϕ.

En cuanto a las condiciones del vano, se empleará la geometría y condiciones más desfavorables, es decir, una longitud de vano de 3 m con una distancia entre fases de 0,5 m y apoyo fijo – deslizante.

9.2.2. Características de los materiales

El embarrado seleccionado para el sistema de 30 kV consiste en un tubo de aluminio 6063 – T6 con las siguientes características:

Tubo Al 80/70 mm

- Material: Aluminio 6063-T6
- D_{ext}/D_{int}: 80/70 mm
- Sección: 1.180 mm^2
- Peso tubo: 3.181 kg/m
- Cable amortiguador: No
- Peso total: 6,561 kg/m
- Intensidad admisible tubo: 1.890 A
- Momento de inercia: 83,20 cm^4
- Momento resistente: 20,80 cm^3
- Coeficiente de dilatación lineal: 0,023 $mm*^oC^{-1}/m$
- Límite de fluencia: 160 N/mm^2
- Módulo de Young: 68.600 N/mm^2

Aislador C4 – 170

- Tipo: C4 – 170
- Tensión nominal: 30 kV
- Tensión más elevada del material: 36 kV
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo: 170 kV, cresta
- Tensión soportada a frecuencia industrial (bajo lluvia): 70 kV
- Carga de rotura a flexión: 4.000 N
- Carga de rotura a torsión: 1.200 N*m

9.2.3. Intensidad admisible posición de transformación

La intensidad máxima prevista para la tensión de 30 kV viene dada por la potencia de evacuación de la Subestación y viene dada por la expresión:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * V_p * n} = \frac{49.990}{\sqrt{3} * 30 * 1} = 962{,}05\ A$$

Donde:

- S Potencia aparente en kVA.
- V_p Tensión primaria en kV.
- I Intensidad de línea en A.

El embarrado de 30 kV se realizará con tubo de aluminio de 80 mm de diámetro exterior y 70 mm de diámetro interior (1.180 mm^2 de sección), que, al aire, admite una intensidad de 1.890 A en servicio continuo y en un rango de temperatura operativas de hasta 65 ºC.

Por lo tanto,

$$I_{max} = 1.890A > I_{transportada} = 962{,}05\ A$$

9.2.4. Cálculo de cortocircuito

La sección del conductor debe soportar la intensidad de cortocircuito para la que se diseña la subestación. La intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito se determina mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{k * s}{\sqrt{t}}$$

Donde:

- I_{cc} Intensidad de cortocircuito admisible (A).
- k Coeficiente de valor 93 para el aluminio y 142 para el cobre.
- s Sección del conductor en mm^2.
- n Tiempo estimado de despeje de la falta en segundos.

La sección del conductor debe soportar la intensidad de cortocircuito para la que se diseña la subestación. La intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito se determina mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{k * s}{\sqrt{t}} = \frac{93 * 1.180}{\sqrt{1}} = 109{,}74\ kA$$

$$I_{cc} = 109{,}74\ kA > I_{ccdiseño}(30\ kV) = 25\ kA$$

El embarrado empleado posee una sección suficiente por lo que se considera correctamente dimensionado.

9.3. Embarrado flexible de 66 kV

9.3.1. Hipótesis de diseño

Para los embarrados flexibles en 66 kV se adoptarán los siguientes valores de diseño

- Tensión asignada: 66 kV
- Máxima tensión de estado estacionario: 72,5 kV
- Intensidad cortocircuito admisible (simétrica): 25 kA
- Duración de cortocircuito: 1 s
- Temperatura ambiente: 35 ºC
- Temperatura trabajo: 90 ºC

Las conexiones flexibles se harán con un conductor tipo Hawk (LA – 280).

En cuanto a las condiciones del vano, se empleará la geometría y condiciones más desfavorables.

9.3.2. Características de los materiales

El embarrado seleccionado para el sistema de 66 kV consiste en cable dúplex desnudo de aluminio tipo Hawk (LA – 280), con las siguientes características:

LA – 280 (242-AL1/39-ST1A)

- Material: Aluminio
- Nº de hilos: 26 Aluminio + 7 acero
- Diámetro exterior: 21,80 mm
- Sección aluminio: 241,70 mm^2
- Sección acero: 39,40 mm^2
- Sección total: 281,10 mm^2

- Peso: 977 kg/km
- Carga de rotura: 8.450 daN
- Intensidad admisible: 574 A
- Módulo elástico: 7.500 daN/mm^2

9.3.3. Intensidad admisible posición de transformación y de línea

La intensidad máxima prevista para la tensión de 66 kV viene dada por la potencia de evacuación de la Subestación y viene dada por la expresión:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * V_p * n} = \frac{49.990}{\sqrt{3} * 66 * 1} = 437{,}29\ A$$

Donde:

- S Potencia aparente en kVA.
- V_p Tensión primaria en kV.
- I Intensidad de línea en A.

Las conexiones entre la aparamenta del mismo nivel de tensión, se realizará mediante cable dúplex desnudo de aluminio acero, tipo Hawk (LA-280), de 281,10 mm^2 de sección total y diámetro exterior de 21,80 mm, que para una temperatura ambiente de 40 ºC, con sol y sin viento, admite una intensidad de 574 A por conductor (al ser cable dúplex, la intensidad admisible es 1.148 A).

La intensidad máxima admisible según el reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión vigente que puede transportar es de:

$$I_{max} = D * S * k * n = 2{,}04 * 281{,}10 * 0{,}95 * 2 = 1.089{,}54\ A$$

Donde:

- D Densidad de corriente admisible según la sección del cable (2,04 A/mm^2).
- S Sección del cable en mm^2 (281,10 mm^2).
- k Coeficiente que depende de la composición del cable (0,95).
- n Número de conductores por fase.

Por lo tanto,

$$I_{max} = 1.089{,}54\ A > I_{transportada} = 437{,}29\ A$$

9.3.4. Cálculo de cortocircuito

La sección del conductor debe soportar la intensidad de cortocircuito para la que se diseña la subestación. La intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito se determina mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{k * s}{\sqrt{t}}$$

Donde:

- I_{cc} Intensidad de cortocircuito admisible (A).
- k Coeficiente de valor 93 para el aluminio y 142 para el cobre.
- s Sección del conductor en mm^2.
- n Tiempo estimado de despeje de la falta en segundos.

La sección del conductor debe soportar la intensidad de cortocircuito para la que se diseña la subestación. La intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito se determina mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{k * s}{\sqrt{t}} = \frac{93 * 281{,}1 * 2}{\sqrt{1}} = 52{,}28\ kA$$

$$I_{cc} = 52{,}28\ kA > I_{ccdiseño}(66\ kV) = 25\ kA$$

El embarrado empleado posee una sección suficiente por lo que se considera correctamente dimensionado.

9.4. Embarrado flexible de 30 kV

9.4.1. Hipótesis de diseño

Para los embarrados flexibles en 30 kV se adoptarán los siguientes valores de diseño

- Tensión asignada: 30 kV
- Máxima tensión de estado estacionario: 36 kV
- Intensidad cortocircuito admisible (simétrica): 25 kA
- Duración de cortocircuito: 1 s
- Temperatura ambiente: 35 ºC
- Temperatura trabajo: 90 ºC

Las conexiones flexibles se harán con un conductor tipo Hawk (LA – 280).

En cuanto a las condiciones del vano, se empleará la geometría y condiciones más desfavorables.

9.4.2. Características de los materiales

El embarrado seleccionado para el sistema de 30 kV consiste en cable dúplex desnudo de aluminio tipo Hawk (LA – 280), con las siguientes características:

LA – 280 (242-AL1/39-ST1A)

- Material: Aluminio
- Nº de hilos: 26 Aluminio + 7 acero
- Diámetro exterior: 21,80 mm
- Sección aluminio: 241,70 mm^2
- Sección acero: 39,40 mm^2
- Sección total: 281,10 mm^2
- Peso: 977 kg/km
- Carga de rotura: 8.450 daN
- Intensidad admisible: 574 A
- Módulo elástico: 7.500 daN/mm^2

9.4.3. Intensidad admisible posición de transformación

La intensidad máxima prevista para la tensión de 30 kV viene dada por la potencia de evacuación de la Subestación y viene dada por la expresión:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * V_p * n} = \frac{49.990}{\sqrt{3} * 30 * 1} = 962{,}05\ A$$

Donde:

- S Potencia aparente en kVA.
- V_p Tensión primaria en kV.
- I Intensidad de línea en A.

Las conexiones entre la aparamenta del mismo nivel de tensión, se realizará mediante cable dúplex desnudo de aluminio acero, tipo Hawk (LA-280), de 281,10 mm^2 de sección total y diámetro exterior de 21,80 mm, que para una temperatura ambiente de 40 ºC, con sol y sin viento, admite una intensidad de 574 A por conductor (al ser cable dúplex, la intensidad admisible es 1.148 A).

La intensidad máxima admisible según el reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión vigente que puede transportar es de:

$$I_{max} = D * S * k * n = 2{,}04 * 281{,}10 * 0{,}95 * 2 = 1.089{,}54\ A$$

Donde:

- D Densidad de corriente admisible según la sección del cable (2,04 A/mm^2).
- S Sección del cable en mm^2 (281,10 mm^2).
- k Coeficiente que depende de la composición del cable (0,95).
- n Número de conductores por fase.

Por lo tanto,

$$I_{max} = 1.089{,}54\ A > I_{transportada} = 962{,}05\ A$$

9.4.4. Cálculo de cortocircuito

La sección del conductor debe soportar la intensidad de cortocircuito para la que se diseña la subestación. La intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito se determina mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{k * s}{\sqrt{t}}$$

Donde:

- I_{cc} Intensidad de cortocircuito admisible (A).
- k Coeficiente de valor 93 para el aluminio y 142 para el cobre.
- s Sección del conductor en mm^2.
- n Tiempo estimado de despeje de la falta en segundos.

La sección del conductor debe soportar la intensidad de cortocircuito para la que se diseña la subestación. La intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito se determina mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{k * s}{\sqrt{t}} = \frac{93 * 281{,}1 * 2}{\sqrt{1}} = 52{,}28\ kA$$

$$I_{cc} = 52{,}28\ kA > I_{ccdiseño}(30\ kV) = 25\ kA$$

El embarrado empleado posee una sección suficiente por lo que se considera correctamente dimensionado.

10. Efecto corona

El efecto corona se produce cuando el conductor adquiere un potencial lo suficientemente elevado como para dar un gradiente de campo eléctrico radial igual o superior a la rigidez dieléctrica del aire. Este fenómeno puede ocasionar deterioro de los aislantes y perturbaciones radioeléctricas.

Por la tanto, se debe comprobar si en algún punto de la subestación se llega a alcanzar la tensión crítica disruptiva. Para ellos nos basaremos en la fórmula de PEEK para un conductor:

$$U_c = \frac{29{,}8}{\sqrt{2}} * m_c * m_t * \delta * r * n * ln\frac{D}{re}$$

Siendo:

- U_c Tensión compuesta crítica eficaz en kV para la que empiezan las pérdidas por efecto corona, o sea, tensión crítica disruptiva.
- V_c Tensión simple correspondiente.
- 29,8 Valor máximo o de cresta, en kV/cm, de la rigidez dieléctrica del aire a 25 ºC de temperatura, y a la presión barométrica de 76 cm de columna de mercurio.
- m_c Coeficiente de rugosidad del conductor (consideramos 0,85 para cables).
- m_T Coeficiente meteorológico (consideramos tiempo seco, m_T=1, húmedo, m_T=0,8).
- r radio de curvatura del conductor en cm.
- re Distancia media geométrica entre fases, en cm.
- δ Factor de corrección de la densidad del aire, función de la altura sobre el nivel del mar.

  El valor de δ se calculará por:

$$\delta = \frac{3{,}921 * h}{273 + \theta} = \frac{3{,}921 * 75{,}81}{273 + 15} = 1{,}03$$

Siendo:

- h Presión barométrica en cm de columna de mercurio.
- θ Temperatura en grado centígrados, correspondiente a la altitud de punto que se considere.

El valor de h es en función de la altitud sobre el nivel del mar. En nuestro caso vamos a considerar un valor de h de 75,81 cm (20,00 metros sobre el nivel del mar) y una temperatura media de 15 ºC.

En caso de producirse efecto corona en alguno de los conductores se evaluarán las pérdidas producidas por efecto corona en el tramo correspondiente. Para ello utilizaremos otra fórmula desarrollada por Peek:

$$P_{Pérdida\ por\ fase\ y\ longitud} = \frac{241}{\delta} * (f + 25) * \sqrt{\frac{r}{D}} * \left[\frac{U_{me}}{\sqrt{3}} - \frac{U_c}{\sqrt{3}}\right]^2 * 10^{-5}$$

$$P_{Pérdida\ total} = P_{Pérdida\ por\ fase\ y\ longitud} * nº\ fases * longitud$$

Siendo:

- $P_{Pérdida\ por\ fase\ y\ longitud}$ Pérdida por efecto corona en kW por fase y por km.
- P_{Total} Pérdida por efecto corona total en la línea o tramo en kW.
- U_C Tensión compuesta crítica eficaz en kV para la que empiezan las pérdidas por efecto corona, o sea, tensión crítica disruptiva.

- U_{me} Tensión máxima eficaz en kV.
- r Radio del conductor en cm.
- D Distancia media geométrica entre fases, en cm.
- δ Factor de corrección de la densidad del aire en función de la altura sobre el nivel del mar.
- f Frecuencia de la red en Hz (50 Hz).

A continuación, se llevará a cabo el cálculo del efecto corna de la Subestación objeto del presente proyecto. Teniendo en cuenta que se empleará un conductor dúplex LA – 280 en 66 kV y considerando una distancia geométrica entre fases de 1,50 metros, la distancia media geométrica será:

$$D = \sqrt[3]{D_{1-2} * D_{2-3} * D_{1-3}} = 188{,}99\ cm$$

Con un radio del cable de 1,09 cm, el radio equivalente al ser el doble será:

$$r_e = \sqrt[n]{r * n * R^{n-1}} = \sqrt[2]{1{,}09 * 2 * 20^1} = 6{,}60\ cm$$

De esta forma podemos ya calcular el valor de la tensión crítica disruptiva con tiempo húmedo (m_T = 0,80):

$$U_c = V_c * \sqrt{3} = \frac{29{,}8}{\sqrt{2}} * 0{,}85 * 0{,}80 * \frac{3{,}921 * 75{,}81}{273 + 15} * 1{,}09 * 2 * ln\frac{188{,}99}{6{,}6}$$

$$U_c = 107{,}93\ kV$$

Existirán pérdidas por efecto corona siempre que la tensión crítica de aparición de descargas corona en valor eficaz U_c, sea inferior a la tensión máxima fase neutro de la línea $U_s/\sqrt{3}$, donde U_s es la tensión más elevada de la línea.

$$U_c = 107{,}93\ kV > \frac{72{,}5}{\sqrt{3}} = 41{,}85$$

Dado que la tensión máxima fase neutro de la línea es inferior a la tensión crítica de aparición de descargas corona, no se producirán pérdidas por efecto corona.

11. Red de tierra inferior

La instalación irá provista de la malla de tierra principal enterrada. Estará diseñada de modo que cubra suficientemente dos finalidades principales: la seguridad del personal que se relacione con la instalación y la provisión de una buena unión con la tierra, que garantice un correcto funcionamiento de las protecciones.

Este documento verificará las tensiones de paso y contacto que se pudieran alcanzar en la subestación no superan los respectivos valores máximos tolerables. La resistencia de la red de tierras enterrada de la planta y la distribución de las tomas de tierra se determinará para

proporcionar una instalación segura mediante la limitación de las tensiones de paso, contacto y GPR.

Para el diseño de la malla se han seguido las indicaciones de la recomendación IEEE Std 80/2013 y la Instrucción Técnica complementaria ITC-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, a la espera del desarrollo de la Recomendación Nacional conforme al Reglamento de Subestaciones de Alta tensión.

Los cálculos se realizarán con la ayuda del software específico para el cálculo de la puesta a tierra ETAP aplicando el método de los elementos finitos (MEF).

11.1. Datos de partida

11.1.1. Datos del conductor de puesta a tierra

Para el electrodo de tierra enterrado, se ha considerado un tipo de conductor de cobre duro comercial. Según IEEE Std. 80 (tabla 1, sección 11.3.1.2) este tipo de conductor tiene los siguientes parámetros:

- Coeficiente térmico de resistividad a temperatura de referencia αr [1/°C]: 3.81·10-3 (a 20 ºC)
- Resistividad del conductor a la temperatura de referencia ρ r[μΩ-cm]: 1,78 (a 20 ºC)
- Factor de capacidad térmica TCAP [J/ (cm3ºC]: 3,4
- Temperatura de fusión del conductor (Tm) [ºC]: 1.084
- Conductividad del material (%IACS): 97.0%

De acuerdo con las pruebas de ciclos de temperatura actuales realizadas a conectores de compresión y de tipo mecánico (IEEE 837 sección 8), se han considerado las siguientes temperaturas de fusión:

- Temperatura de fusión para conexiones de compresión o de tipo mecánico: 250 ºC
- Temperatura de fusión para soldaduras exotérmicas: 1.084 ºC
- Hipótesis de cálculo
- Para estar del lado de la seguridad, no se considerará retorno de la corriente de cortocircuito por el cable de guarda de la línea de alta tensión (Sf=1)
- Tiempo de despeje de la falta [s] 1
- Profundidad de enterramiento de la malla [m] 0,6
- Resistividad de la capa de grava superficial 8.534,40 Ω*m
- Espesor de la capa de grava superficial 15 cm
- De acuerdo con la instrucción técnica ITC-RAT 13, a efectos del dimensionamiento de la sección, el tiempo mínimo a considerar para la duración del defecto, a la frecuencia de la red, será de un segundo, y las siguientes densidades de corriente no podrán ser excedidas para una temperatura final del conductor de 200ºC:
    - Cobre [A/mm2] 160
    - Acero [A/mm2] 60

- Sección mínima de cable de cobre a emplear [mm^2]: 120
- De acuerdo a la norma IEEE 80, cláusula 11.3.3:
    - Si se requiere la resistencia del cobre estirado duro por razones mecánicas, puede ser prudente no superar los 250 °C (Tm) para evitar el recocido de los conductores
    - Los cables de bajada de los equipos a la red pueden estar sujetos a la corriente total de falla en la red, mientras que la red divide esta corriente de manera que cada segmento de conductor en la red sólo está sujeto a una fracción de la corriente total de falla. Por lo tanto, los cables de bajada pueden ser de mayor sección que los conductores de la malla.
- Datos geométricos de la malla de puesta a tierra:
    - Longitud de la malla (L_x): 44,40 m
    - Longitud de la malla (L_y): 24,30 m
    - Separación entre conductores: 5 m

11.1.2. Corriente de cortocircuito

Se considerará un valor de 7,726 kA como la corriente de cortocircuito más elevada de cara al cálculo de la puesta a tierra. Este valor será el que se utilizará para dimensionar el cable de tierra, dado que será la máxima intensidad que llegará a circular por un ramal del circuito de puesta a tierra de la Subestación Elevadora.

Se considerará que las faltas a tierra serán despejadas en 1s, de acuerdo a la ITC-13 del MIE RAT, como tiempo máximo.

11.1.3. Resistividad del terreno

Considerando la naturaleza del terreno como margas y arcillas compactas, se considera una resistividad del terreno de 60 Ω·m, acorde a la tabla 3 del ITC-BT 18.

Si el terreno natural no alcanza este valor se utilizarán mejorantes de la resistividad.

11.2. Cálculo del conductor de puesta a tierra

Según la IEEE-80, la sección mínima del conductor de tierra enterrado se calculada conforme a la siguiente ecuación:

$$A = \frac{I_f \cdot \sqrt{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10^4}}{\sqrt{TCAP \cdot ln\left(\frac{k_0 + T_m}{k_0 + T_a}\right)}} = 19{,}56\ mm^2$$

Donde:

- A es la sección mínima del conductor de cobre (mm2)
- I_f es la intensidad de la falta a tierra (7,726 kA)
- T_m es la máxima temperatura admisible (1.084 ºC)

- T_a es la temperatura ambiente (40 ºC)
- $TCAP$ es la capacidad térmica por unidad de volumen (3,42 J/cm3·ºC)
- α_r es el coeficiente térmico de resistividad a 20ºC (0,00381 ºC-1)
- t_c es el tiempo máximo de despeje de la falla (0,5 s)
- $k_0 = 1/\alpha_0$ (242 ºC)
- ρ_r es la resistividad del conductor de puesta a tierra (1,78 Ω·m)

Se consideran los siguientes valores para el cálculo, conforme al estándar IEEE-80.

Material	α_r a 20ºC (ºC^{-1})	K_0 a 0ºC (ºC)	T_m(ºC)	Ta(ºC)	ρ_r a 20ºC (μΩ·m)	TCAP (J/cm^3·ºC)
Cu	0,00381	242	1084	40	1,78	3,42

Tabla 10. Características conductor tierra

Se tomará como sección normalizada mínima para el conductor de la red de tierra enterrada Conductor de Cobre de 120 mm^2.

11.3. Tensión de paso y contacto máximas admisibles

Se realizará el cálculo de las tensiones máximas tolerables de paso y contacto siguiendo las indicaciones de la norma IEEE 80.

11.3.1. Según la Norma ITC – RAT 13

- Uca: Tensión de contacto aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies. Según la tabla 1 de la ITC-RAT 13 para una duración de la corriente de falta de 1s se tendrá que Uca = 107V

- Upa: Tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies (Upa=10 Uca).

- ZB Impedancia del cuerpo humano. Se considerará un valor de 1000 Ω.

- IB Corriente que fluye a través del cuerpo

- Uc: Tensión de contacto máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).

- Up: Tensión de paso máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).

- Ra: Resistencia adicional total suma de las resistencias adicionales individuales.
  - Ra1: Es, por ejemplo, la resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Se puede emplear como valor 2000 Ω.

- Ra2: Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie. Ra2=3ρs, donde ρs es la resistividad del suelo cerca de la superficie.

- Máxima tensión de contacto tolerable:

$$U_c = U_{ca}\left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2Z_B}\right] = U_{ca}\left[1 + \frac{2000 + 3\rho_s}{2000}\right] = U_{ca}\left[2 + \frac{1.5\rho_s}{1000}\right] = 1.227{,}63\ V$$

- Máxima tensión de paso tolerable:

$$U_p = U_{pa}\left[1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B}\right] = 10U_{ca}\left[1 + \frac{4000 + 6\rho_s}{1000}\right] = 10U_{ca}\left[5 + \frac{6\rho_s}{1000}\right] = 4.589{,}52\ V$$

Siendo:

- ρs resistividad del suelo cerca de la superficie [Ω·m]
- ts tiempo de despeje de falta [s]

Si se tiene una capa adicional de elevada resistividad (por ejemplo, grava), se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional por un coeficiente reductor Cs.

$$C_s = 1 - 0.106\left[\frac{\left(1 - \frac{\rho}{\rho^*}\right)}{2h_s + 0.106}\right] = 0{,}74$$

- hs espesor de la capa de grava superficial [m]
- ρ resistividad del terreno debajo de la capa superficial [Ωm]
- ρ* resistividad de la capa de material superficial [Ωm]

11.3.2. Según la Norma IEEE 80

Las tensiones de paso y de contacto limitadas para pesos corporales de 50 kg son suficientes para garantizar la seguridad siguiendo las recomendaciones de la Norma IEEE 80.

- Máxima tensión de contacto tolerable:

$$E_{touch,50} = (1000 + 1.5 * C_s\ \rho_s)\frac{0{,}116}{\sqrt{t_s}} = 1.259{,}44\ V$$

- Máxima tensión de paso tolerable:

$$E_{step,50} = (1000 + 6 * C_s\ \rho_s)\frac{0{,}116}{\sqrt{t_s}} = 4.689{,}75\ V$$

Donde:

- $E_{touch,50}$ Máxima tensión de contacto tolerable (V)
- $E_{step,50}$ Máxima tensión de paso tolerable (V)
- ρ_s Resistividad del suelo cerca de la superficie [Ω*m]
- t_s Tiempo de despeje de falta [1 s]

Si se tiene una capa adicional de elevada resistividad (por ejemplo, grava), se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional por un coeficiente reductor C_s.

$$C_s=1 - 0{,}09 \left[\frac{\left(1-\frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2h_s+0.09}\right] = 0{,}77$$

Donde:

- h_s espesor de la capa de grava superficial [m]
- ρ resistividad del terreno debajo de la capa superficial [Ω*m]
- ρ_s resistividad de la capa de material superficial [Ω*m]

11.4. Resistencia de la red de puesta a tierra

Se calcula según la siguiente formulación de la IEEE Std 80-2000:

$$R_g = \rho * \left[\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20 * A}} * \left(1 + \frac{1}{1 + h * \sqrt{\frac{20}{A}}}\right)\right] = 0{,}936\ \Omega$$

Siendo,

- ρ: resistividad del terreno (Ω*m)
- L: longitud total del conductor enterrado
- A: Área cubierta por la malla de pat
- h: profundidad de la malla (m)

11.5. Resultados de cálculo

El diseño del sistema de puesta a tierra propuesto para la subestación eléctrica se ha realizado con una malla de dimensiones 44,40 x 24,30 m (se extenderá hasta un metro más allá del vallado) de 5 x 5 metros de cuadrícula a una profundidad de 0,6 metros y 4 picas de puesta a tierra de cobre recocido, de 16 mm2, de 2 m de longitud cada una, una en cada vértice de la malla. Las picas estarán instaladas en vertical a una profundidad mínima de 0,6 metros.

El cálculo se ha realizado mediante el Método de Elementos Finitos (MEF) en base a los datos definidos en el apartado anterior, los resultados obtenidos son los siguientes:

Parámetro	Valores admisibles (V)		Valores Calculados (V)	Criterio	Aceptable
	IEEE 80	ITC-RAT 13	MEF		
Tensión de contacto	$E_{touch50}$ = 1.259,44	U_c = 1.277,63	E_m = 2.206,60	$E_m \leq E_{touch50}$	**Sí**
				$E_m \leq U_c$	**Sí**
Tensión de paso	E_{step50} = 4.689,75	U_p = 4.589,52	E_s = 7.982,40	$E_s \leq E_{step50}$	**Sí**
				$E_s \leq U_p$	**Sí**

La capa de grava debe extenderse, al menos, hasta los límites de la malla, es decir, un metro más allá del vallado.

La resistencia de puesta a tierra se calcula mediante ETAP que utiliza el Método de Elementos Finitos y tiene como resultado 0,936 Ω.

12. Red de tierra superior

El cometido del sistema de tierras superiores es la captación de las descargas atmosféricas y su conducción a la malla enterrada para que sean disipadas a tierra sin que se ponga en peligro la seguridad del personal y de los equipos de la subestación.

El sistema de tierras superiores consiste en un conjunto de hilos de guarda y/o de puntas Franklin sobre columnas. Estos elementos están unidos a la malla de tierra de la instalación a través de la estructura metálica que los soporta, que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla.

Para el diseño del sistema de protección de tierras superiores se ha adoptado el modelo electro geométrico de las descargas atmosféricas y que es generalmente aceptado para este propósito.

El criterio de seguridad que se establece es el de apantallamiento total de los embarrados y de los equipos que componen el aparellaje, siendo este criterio el que establece que todas las descargas atmosféricas que puedan originar tensiones peligrosas y que sean superiores al nivel del aislamiento de la instalación, deben ser captadas por los hilos de guarda.

Este apantallamiento se consigue mediante una disposición que asegura que la zona de captación de descargas peligrosas de los hilos de guarda y de las puntas Franklin contiene totalmente a las correspondientes partes bajo tensión.

La zona de captura se establece a partir del radio crítico de cebado (r) y que viene dado por la expresión:

$$r = 8 * l^{0,65}$$

Donde:

$$l = 1{,}1 * U * \frac{N}{Z}$$

Siendo:

- U = tensión soportada a impulsos tipo rayo (325 kV)
- N = Número de líneas conectadas a la subestación (1)
- Z = Impedancia característica de las líneas (400 Ω)

Sustituyendo y aplicando los valores se obtiene:

$$l = 1{,}1 * 325 * \frac{1}{400} = 0{,}89\ kA$$

$$r = 8 * 0{,}89^{0{,}65} = 7{,}41\ m$$

El radio crítico de 11,66 m con centro en las puntas Franklin, en el centro de los amarres de los hilos de guarda y en su punto más bajo, garantiza el apantallamiento total de la instalación.

Córdoba, Julio de 2023

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426