



HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS



Instituciones

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Ingenieros

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:



Documento para solicitud de Autorización Administrativa Previa de Proyecto de Subestación elevadora SET Solar Airport 132/20 kV

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455



Entidad
SOLAR AIRPORT PV S.L.

VISADO **VÁLIDO** PARA
LEGALIZACIONES
VISADO **NO VÁLIDO** PARA
-CONSTRUCCIÓN-



Documento visado electrónicamente con número: SE2000455

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCIA OCCIDENTAL

Nº.Colegiado.: 7298
PRAVIA BRUGAROLAS, ANTONIO

VISADO Nº.: SE2000455
DE FECHA: 20/10/2020

VISADO

Puede consultar la Diligencia de Visado de este documento en la ventanilla única www.coliaoc.com mediante el Código de Validación Telemática: 2SJ2Z6M98CAXPP0X

1

<http://coliaoc.e-visado.net/ZonaPublica/Validar.aspx?cod=2SJ2Z6M98CAXPP0X>





ÍNDICE

1. Consideraciones generales.....	5
1.1 Objeto.....	5
1.2 Alcance de las instalaciones.....	5
1.3 Emplazamiento.....	5
1.4 Normativa legal.....	6
2. Subestación 132/20 kV.....	9
2.1 Configuración.....	9
2.1.1 Parque 132 Kv.....	9
2.1.2 Parque de 20Kv.....	10
2.1.3 Transformación.....	11
2.1.4 Sistema de control y protecciones.....	11
2.1.5 Sistema de medida.....	11
2.1.6 Sistema de servicios auxiliares.....	11
2.1.7 Sistema de comunicaciones.....	12
2.1.8 Sistema de puesta a tierra.....	12
2.2 Obras civiles, edificios y estructuras metálicas.....	13
2.2.1 Obras civiles parque intemperie.....	13
2.2.2 Edificio.....	18
2.2.3 Estructura Metálica.....	25
2.3 Parque de 132 Kv.....	26
2.3.1 Descripción.....	26
2.3.2 Parámetros básicos de diseño.....	27
2.3.3 Características de diseño de los componentes del sistema de 132 kV y transformación. Disposición física.....	27
2.4 Parque de 20 kV.....	32
2.4.1 Descripción.....	32
2.4.2 Características de los componentes posiciones 20 KV.....	35
2.4.3 Conductores.....	37
2.5 Transformación.....	38
2.5.1 Descripción.....	38

**COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
DE ANDALUCÍA OCCIDENTAL**

Nº Colegiado: 7298
PRAVIA BRUGAROLAS, ANTONIO

VISADO Nº.: SE2000455
DE FECHA: 20/10/2020

VISADO

Puede consultar la Diligencia de Visado de este documento en la
ventanilla única www.coliaoc.com mediante el Código de Validación
Telemática: 2SJ2Z6M98CAXPP0X

<http://coliaoc.e-visado.net/ZonaPublica/Validar.aspx?cod=2SJ2Z6M98CAXPP0X>





2.5.2 Características de los componentes.....	38
2.5.3 Sistema de control	40
2.5.4 Tecnología.....	40
2.5.5 Funciones	40
2.5.6 Funciones principales de las UCS.....	40
2.5.7 Funciones principales de las UCP	41
2.5.8 Disposición constructiva.....	41
2.6 Sistema de protecciones	41
2.6.1 Línea + Trafo 132 kV.....	41
2.6.2 Líneas de MT.....	43
2.7 Sistema de medida para facturación.....	43
2.8 Sistema de servicios auxiliares	44
2.8.1 Servicios auxiliares de C.A.....	44
2.8.2 Servicios auxiliares de C.C.	45
2.9 Telecomunicaciones	46
2.9.1 Telecomunicaciones para telecontrol.....	47
2.9.2 Telecomunicaciones para proyecciones	47
2.10 Sistema de puesta a tierra	47
2.10.1 Red interior inferior.....	47
2.10.2 Red de tierra aérea.....	49
2.11 Sistema de alumbrado	49
2.11.1 Alumbrado exterior.....	50
2.11.2 Alumbrado interior.....	50
2.11.3 Alumbrado de emergencia.....	50
2.12 Sistema de seguridad	50
2.12.1 Protección contra incendios.....	50
2.12.2 Protección contra intrusismo	51
2.13 Limitación de los campos magnéticos	51
2.13.1 Justificación del apartado 4.7 de la ITC-RAT-14	51
2.13.2 Condiciones de diseño.....	53
3. Cálculos de la subestación 20/132 kV.....	58

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
DE ANDALUCIA OCCIDENTAL

Nº Colegiado.: 7298 51
 PRAVIA BRUGAROLAS, ANTONIO 51
 VISADO Nº.: SE2000455 51
 DE FECHA: 20/10/2020 51

VISADO

3

Puede consultar la Diligencia de Visado de este documento en la
 ventanilla única www.coliaoc.com mediante el Código de Validación
 Telemática: 2SJ2Z6M98CAXPP0X

http://coliaoc.e-visado.net/ZonaPublica/Validar.aspx?cod=2SJ2Z6M98CAXPP0X





3.1. Cálculo de los conductores	58
3.1.1. Cálculos eléctricos de conductores	58
3.2. Cálculo de la der de puesta a tierra	61
3.2.1. Cálculos de Red de Tierras. Datos de partida del diseño	61
3.2.2. Cálculo de la resistencia de la malla	62
3.2.3. Impedancia equivalente de los cables de tierra (línea 66 kV)	62
3.2.4. Cálculo de la resistencia total de la P.A.T.	63
3.2.5. Cálculo de la corriente de puesta a tierra	63
3.2.6. Cálculo de la tensión de malla	64
3.2.7. Cálculo del conductor	64
3.2.8. Tensiones de contacto y paso	64
3.2.9. Tensiones de contacto de referencia	64
4. Cronograma	67
5. Presupuesto	68
6. Conclusión	69
7. Planos	70

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455





1. Consideraciones generales

1.1 Objeto

El objeto del presente proyecto básico es realizar el estudio técnico necesario para la tramitación de los permisos necesarios, como la Autorización Administrativa Previa, de una Estación Transformadora 20/132 KV de 50 MVA para la evacuación de energía de la Planta Solar Fotovoltaica “Solar Airport”, situada en el Término Municipal de La Rinconada, provincia de Sevilla.

La instalación proyectada será propiedad del peticionario; no será cedida a Endesa Distribución Eléctrica.

La nueva Subestación eléctrica proyectada conectará a través de una nueva línea aérea de 132 kV, propiedad del peticionario, con la Subestación eléctrica existente denominada “SET Aeropuerto”, en parque de 132 KV.

Así mismo, se desea exponer ante los Organismos Competentes que la misma reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente.

1.2 Alcance de las instalaciones

El alcance del presente proyecto básico contempla las siguientes instalaciones:

- Nueva Estación Transformadora 20/132 KV 50 MVA denominada “Solar Airport”.

1.3 Emplazamiento

La nueva subestación de la planta solar estará situada en el polígono 6, parcela 1 del Término municipal de La Rinconada (Referencia catastral 41081A006000010000DU).





1.4 Normativa legal

En la realización de este proyecto básico se ha tenido presente toda la reglamentación vigente, en especial cada una de las especificaciones contenidas en:

- REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión (R.L.A.T.) y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- 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.
- 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 eléctrica.
- Reglamento Electrotécnico de Baja tensión según RD 842/2002 de 2 de Agosto de 2002
- Resolución de 5 de mayo de 2005, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por las que se aprueban las Normas Particulares y Condiciones Técnicas y de Seguridad de la empresa distribuidora de energía eléctrica Endesa Distribución, SLU, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía. BOJA núm. 109 de 7 de junio de 2005.
- Recomendaciones UNESA.

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455



SOLAR AIRPORT PV S.L.
Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA





- Normalización Nacional. Normas UNE y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 02.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre 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 de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Legislación vigente en materia de Prevención de Riesgos Laborales: Ley 31/1995 8.11.95/BOE269 y Reales Decretos sucesivos que desarrollan la ley.
- 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 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad frente al riesgo eléctrico.

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455



SOLAR AIRPORT PV S.L.
Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA





- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1996 de 20 de octubre.
- Ley 2/89, de 18 de Julio, Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía.
- Ley 2/95, de 1 de Junio (BOJA 28/12/95) modificación de la 2/89.
- Decreto 178/2006, de 10 de Octubre (BOJA 209, 27/10/2006), de la Junta de Andalucía, de PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas de protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- DECRETO 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada, se establece el régimen de organización y funcionamiento del registro de autorizaciones de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental, de las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y de las instalaciones que emiten compuestos orgánicos volátiles, y se modifica el contenido del Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- DECRETO 9/2011, de 18 de enero, por el que se modifican diversas Normas Regulatoras de Procedimientos Administrativos de Industria y Energía.

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455



SOLAR AIRPORT PV S.L.
Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA





2. Subestación 132/20 Kv

2.1 Configuración

La Subestación estará constituida por:

- Parque de 132 kV .
- Parque de 20 kV .
- Transformación
- Sistema de Control y Protecciones
- Sistema de Medida para la facturación
- Sistema de Servicios Auxiliares
- Sistema de Telecomunicaciones
- Sistema de Puesta a tierra
- Sistema de Seguridad

2.1.1 Parque 132 Kv

Tipo: Exterior Convencional

Esquema: Simple barra

Alcance: 1 posición de línea + trafo (compartiendo aparamenta)

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455



SOLAR AIRPORT PV S.L.
Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA





2.1.2 Parque de 20Kv

Tipo: Cabinas interior blindadas aisladas en gas SF6

Esquema: Simple barra

Alcance: 1 posición de transformador de potencia

SEP: 3 posiciones de línea + 1 posición de reserva

1 posición de transformador de servicios auxiliare

1 posición de medida

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455





2.1.3 Transformación

Estará constituida por:

- 1 Transformador 132/20 kV 50 MVA, con regulación en carga.
- 1 Reactancia de puesta a tierra

2.1.4 Sistema de control y protecciones

Se instalará un sistema integrado de control y protecciones (SICP) que integrará las funciones de control local, protecciones y telecontrol.

2.1.5 Sistema de medida

La medida para facturación se realizará en la red de 132 kV. Compuesto por un punto de medida principal y otro redundante. Instalados ambos en el extremo de la nueva subestación. Conforme al reglamento de puntos de medida (RPM).

2.1.6 Sistema de servicios auxiliares

Estará constituido por:

- 1 Transformador 20/0,4kV de 400 KVA.
- 1 Cuadro General de Corriente Alterna (CGCA)
- 1 Rectificador batería 125 V. c.c., con capacidad para 8 horas de funcionamiento de los suministros esenciales.





- 1 Cuadro General de Corriente Continua (CGCC)

2.1.7 Sistema de comunicaciones

La telecomunicación se realizará mediante fibra óptica de tecnología monomodo.

2.1.8 Sistema de puesta a tierra

Se dimensionará de acuerdo con los siguientes datos:

- Intensidad de defecto a tierra 7,2 kA
- Duración del defecto 0.5 seg.
- Tipo de electrodo Malla
- Material del conductor Cobre

Las tensiones de paso estarán por debajo de valores admitidos en la ITC-RAT 13.

2.1.8.1 Puesta a tierra superior

Formada por 1 pararrayos unipolar instalado sobre las columnas de 132 kV.

2.1.8.2 Sistema de seguridad

Formado por protección contra-incendios y anti-intrusismo.

2.1.8.3 Cantidad de SF6 presente en la subestación

Parque de 132 KV = 10 Kg.

Parque de 20 KV = 1,5 Kg

SOLAR AIRPORT PV S.L.
Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA





Total cantidad de SF6 presente en la subestación = 11,5 Kg.

2.2 Obras civiles, edificios y estructuras metálicas

2.2.1 Obras civiles parque intemperie

2.2.1.1 Acondicionamiento del terreno

Se explanará el terreno, llevándose a cabo el desbroce y retirada de la tierra vegetal, que se acopiará en obra para su extendido final en las zonas libres exteriores, procediéndose posteriormente a la realización de trabajos de excavación y relleno compactado en las correspondientes zonas hasta la referida cota de explanación. Las zonas libres interiores de la explanada se terminarán con una capa de grava de 10 cm de espesor. La transición de la explanada con el terrero natural se resolverá mediante taludes.

2.2.1.2 Cimentaciones para soportes metálicos y pórticos

Las fundaciones de la parte correspondiente al parque, es decir, fundaciones para soportes de aparamenta de intemperie y pórticos serán de tipo "zapata aislada". Serán de hormigón en masa (salvo armaduras para retracciones del hormigón) y llevarán las placas de anclaje de las estructuras sobre sus peanas (2a fase de hormigonado).

Las fundaciones se proyectarán de acuerdo con la naturaleza del terreno. El método de cálculo empleado será el de Sulzberger que confía la estabilidad de la cimentación a las reacciones horizontales y verticales del terreno.

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455





No se admitirá un ángulo de giro de la cimentación, cuya tangente sea superior a 0,01 para alcanzar el equilibrio de las acciones que produzcan el máximo momento de vuelco.

El coeficiente de seguridad al vuelco, relación entre el momento estabilizador y el momento de vuelco no será inferior a 1,5.

2.2.1.3 Saneamientos y drenajes

El drenaje de la Subestación se realizará mediante una red de desagüe formada por tubos perforados colocados en el fondo de zanjas de gravas y rellenas de material filtrante adecuadamente compactado.

En la explanación del terreno se preverán unas ligeras pendientes, no inferior el 0,5%, conformando distintas cuencas hacia las zanjas de cables.

La conexión de los bajantes de los edificios se realizará mediante arquetas a pie de bajante que conectarán con la red general antes mencionada.

Se incorporará una cuneta entre el borde del camino de acceso a la Subestación para canalizar el agua hacia la recogida general de la zona.

El desagüe de las aguas pluviales se realizará mediante esta red de recogida formada por tuberías drenantes que canalizarán las mismas al terreno.

2.2.1.4 Vallado perimetral

El cerramiento que delimitará el terreno destinado a alojar las instalaciones de la subestación estará formado por una malla metálica rematada en su parte superior con alambre de espino, fijado todo sobre postes metálicos de 48,3 mm, colocados





cada 2,50 m. La sujeción de los postes al suelo se realizará mediante dados de hormigón, rematándose el espacio entre dados con un bordillo prefabricado.

El cerramiento así constituido tendrá una altura de 2,30 m sobre el terreno, cumpliendo la mínima reglamentaria establecida en 2,20 m. Se instalarán para el acceso a la subestación dos puertas, una peatonal de una hoja y 1 m de anchura y otra para el acceso de vehículos de dos hojas y 6 m de anchura.

El edificio de la subestación se ubicará de tal forma que un costado sustituya a este vallado, siendo el propio muro cerramiento externo. En esta parte se habilitará una puerta de entrada al almacén interior.

Alrededor de todo este vallado se extenderá una capa de grava de 10 cm de espesor y 1 m de anchura, con objeto de limitar la resistencia del terreno y asegurar las tensiones de paso y contacto a toda persona aun cuando esté ubicada en el exterior.

2.2.1.5 Conducciones de cables de control y potencia

Con objeto de proteger el recorrido de los cables de control y potencia se construirá una red de canales para cables prefabricados y zanjas enterradas, respectivamente.

En los cruces con los viales se utilizarán unos pasatubos reforzados.

El conjunto de los canales de cables de control será de hormigón armado o prefabricados tipo BREINCO o AVE.

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455





2.2.1.5 Cimentación para transformador y sistema de recuperación y recogida de aceite

Para la cimentación y movimiento del transformador se realizará una bancada de raflas para facilitar su desplazamiento.

Esta bancada realizará también el trabajo de recuperación de aceite en el caso de una eventual fuga del mismo desde la cuba del transformador y, por lo tanto, estará unida al depósito general de recogida de aceite mediante tubos de fibrocemento.

La bancada del transformador se diseñará como una viga elástica apoyada en el terreno y con una carga uniformemente repartida igual a la presión que ejerce sobre el terreno toda la fundación con una acción 1,25 veces el peso del transformador más el peso propio.

El depósito de recogida de aceite, conectado con la bancada del transformador, estará constituido por muretes de hormigón armado sobre solera del mismo material. La parte superior estará formada por un forjado unidireccional formado por viguetas de hormigón pretensado y bovedilla cerámica.

La capacidad del depósito de aceite corresponderá al volumen de dieléctrico del transformador, mayorada en previsión de entrada de agua.

En nuestro caso, tenemos un transformador con un volumen de aceite de 13,425 m³.

El depósito de aceite tendrá una capacidad de 16,147 m³, por lo que dispondrá de una capacidad de reserva del 20%.

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455





2.2.1.6 Urbanizados de la zona y viales

Se ha proyectado el acceso a la subestación a través de un tramo de firme rígido a construir desde el camino limítrofe con la parcela hasta la explanada que ocupará la subestación.

Los viales interiores serán de firme rígido de 15 cm de hormigón HA-200 sobre una base de zahorra compactada. El ancho de los mismos será de 5 metros. Los materiales a utilizar cumplirán las Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

Si bien no existe una normativa específica de obligado cumplimiento para este tipo de viales, para su diseño se seguirán las Recomendaciones para el Proyecto y Diseño del Viario Urbano del Ministerio de Fomento.

Se recubrirá una capa de grava de 10 cm de espesor en la superficie de la subestación, con el fin de alcanzar la resistencia eléctrica necesaria del terreno para limitar las tensiones de paso y de contacto, así como mejorará el drenaje y el desplazamiento por el parque.

2.2.1.7 Abastecimiento de agua y evacuación de aguas residuales

El abastecimiento de agua, que se utilizará exclusivamente para aseo del personal, se realizará a través de un depósito enterrado que será periódicamente rellenado

Las aguas residuales procedente de los aseos se desaguarán a un depósito estanco, teniendo en cuenta la escasa cantidad de este tipo de residuos. Este depósito estaría dotado de señalización de llenado y sería vaciado periódicamente.

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455





2.2.2 Edificio

El edificio será del tipo prefabricado de hormigón compuesto por un cerramiento exterior formado por paneles de hormigón armado con malla doble de acero electrosoldada.

La cubierta estará formada de placas de hormigón armado armadas con mallas electrosoldadas, rematadas en su parte superior mediante impermeabilización y en su interior el aislante a base de poliuretano.

Los espesores y armados están considerados para soportar una sobrecarga de 120 kg/m² y la acción debida al empuje del viento de 120 km/h (192,2 kg/m²).

Se dispondrán las siguientes dependencias:

- Sala de Media Tensión. Donde se dispondrán todas las celdas de 20 kV según planta.
- Sala del Transformador de Servicios auxiliares. Esta sala dispondrá de ventilación natural.
- Sala Servicios Auxiliares y protecciones de la Subestación. Donde se ubicarán los cuadros generales de corriente alterna y continua, el rectificador-batería y distintos armarios de fuerza, alumbrado y climatización de la instalación. También se ubicarán todos los equipos y bastidores que realizan las funciones de control y protecciones de la subestación, además del armario del equipo de facturación. Esta sala dispondrá de equipos de climatización para salvaguardar el correcto funcionamiento del equipamiento electrónico.

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455



SOLAR AIRPORT PV S.L.
Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA





- Sala de Baterías, Sala de Gabinetes y Sala de control de la Planta Fotovoltaica. Estas salas dispondrán de equipos de climatización para salvaguardar el correcto funcionamiento del equipamiento electrónico.
- V estuario
- Sala de reuniones y Oficina.
- Cocina.
- Almacén. Servirá para tareas de mantenimiento propias de la planta.

También estará dotado de un sistema de detección de incendios a base de detectores termo-velocimétricos y ópticos, y en un sistema de alarmas mediante pulsadores manuales localizados en puntos estratégicos con el fin de que el personal que primero localice un incendio pueda dar la alarma sin esperar la actuación del sistema de detección. El edificio también estará dotado de sistema de anti-intrusismo con alarma.

Se instalará una central de alarmas y señalización con capacidad para todas las zonas de detección. Esta central de alarmas será común a ambos sistemas (antiincendios y anti-intrusismo), tendrá un número de zonas suficiente para cubrir las necesidades de ambos, y de ella partirá una señal para la señalización local y otra hacia el sistema de comunicaciones.

El sistema de extinción consistirá en un sistema de extintores móviles de 5 Kg. de capacidad de CO2 en el interior del edificio.

Se ha previsto dotar al edificio de los sistemas de alumbrado adecuados con los niveles luminosos reglamentarios.





El alumbrado normal se llevará cabo mediante armaduras semiestancas equipadas con equipos de fluorescencia en alto factor. Su distribución será empotrada en falso techo en la zona de control, y de forma uniforme evitándose sombras y zonas de baja luminosidad que dificulten las labores de control y de explotación.

En los puntos que así se requiera se dispondrá de un alumbrado localizado que refuerce al general de la instalación.

Los circuitos de alumbrado se alimentarán desde el cuadro de Servicios Auxiliares donde se dispondrán los interruptores magnetotérmicos de protección de los diferentes circuitos, así como los dispositivos de protección diferencial de los mismos.

El edificio estará dotado de los sistemas de alumbrado de emergencia necesarios de arranque instantáneo ante la ausencia de la tensión principal. Los equipos serán autónomos, de la potencia y rendimiento reglamentario. Además de las funciones propias de alumbrado en emergencia, cumplirán también las de señalización de los diferentes puntos de salida y evacuación del personal.

2.2.2.1 Generalidades

Las casetas moduladas mediante paneles prefabricados., y que en adelante denominaremos panelables, son de hormigón armado, vibrado y con aislamiento interior. Estas casetas se fabrican mediante paneles que posteriormente al unirse, forman el conjunto de la caseta.

Estos paneles tienen un espesor de 20 Cms de los cuales 10 Cms corresponden a porexpan embebido entre dos láminas de hormigón armado de 5 cms de espesor. Estos paneles tienen una zona de unos 30 cms de macizado en todo el contorno, para una correcta transmisión de esfuerzos entre las uniones, para obtener un

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455





apoyo sólido del panel y una base adecuada para la sustentación de la pieza que formará la cubierta. Además, tienen nervios intermedios que conectan las láminas de hormigón que cubren el porexpan, permitiendo con ello que el muro actúe como una sección compuesta, aprovechando con ello los beneficios del canto de 20 cms, cosa que, sería imposible sin estos nervios rigidizadores. Más adelante se hablará en profundidad de este asunto.

El aislamiento térmico que llevan los paneles, se realiza colocando en el centro de los paneles, un alma formada por una plancha de material aislante plástico espumado tipo poliestireno o poliuretano que cumpla con la norma UNE 53127 Inflamabilidad de Espumas y Láminas de Plástico, de 10 cms de espesor, de manera que se reduce notablemente el coeficiente de transmisión de calor global.

Las casetas cumplen con la Instrucción EHE, actualmente en vigor y la norma sismorresistente NCSE - 02.

El acabado de los paneles es liso por la cara interior. Este acabado se consigue con una correcta limpieza de las mesas de hormigonado, un adecuado vibrado del hormigón y un emplastecido. El acabado exterior se mejora con un pulido y un emplastecido, y posteriormente se aplica una pintura para exteriores rugosa tipo gotelet, salvo que el cliente indique algo en contra.

2.2.2.2 Materiales

2.2.2.2.1 Hormigón

Los paneles se construyen de hormigón armado vibrado, de las siguientes características:

- Resistencia característica: $f_{ck} = 45 \text{ N/mm}^2$





- Consistencia seca sin aditivos, pudiéndose pasar a blanda con la utilización de fluidificantes.
- Tamaño máximo del árido 12 mm.

2.2.2.2.2 Cemento

El cemento empleado es de tipo PORTLAND, del denominado en la Norma UNE 80-301-95 como CEM I 52,5 R, de Alta Resistencia inicial, con una resistencia mínima a los dos días de 30 N/mm² y a los 28 días de 52,5 N/mm².

2.2.2.2.3 Áridos

La naturaleza de los áridos y su preparación son tales que permiten garantizar la adecuada resistencia y durabilidad al hormigón.

Como áridos para la fabricación del hormigón, empleamos arenas y gravas lavadas, de machaqueo y de tipo silíceo.

Al menos el 90 % del árido es de tamaño inferior a 12 mm.

2.2.2.2.4 Agua

El agua utilizada cumple con las Instrucción EHE y para su comprobación se realiza un ensayo anual de la misma.

2.2.2.2.5 Armaduras

Los aceros empleados en la construcción de armaduras es acero soldable B 500 SD de acuerdo a la Norma UNE 36092. O mallas electrosoldadas corrugadas de acero B 500T de acuerdo con la Norma UNE 36092.





Las características mecánicas, que deben ser objeto de garantía, son las siguientes:

- Resistencia a tracción R_m 550 N/mm²
- Límite elástico, R_e 500 N/mm²
- Alargamiento de rotura $A_5(\min)$ 12%

2.2.2.2.6 Pantalla de Faraday

Las armaduras de los paneles están interconectadas entre ellas en todo el contorno del panel mediante los macizados perimetrales. También se comunican ambas armaduras con los nervios de conexión entre las láminas de la cara interior y la cara exterior. Además de estar los paneles correctamente interconexionados, también lo estará el conjunto de los paneles ya que, tanto las chapas y anclajes a la cimentación, como los angulares que hacen la unión entre paneles, están unidos a las armaduras con lo que se consigue una jaula con las armaduras de los paneles conectadas entre sí, conexas con la cubierta y con la cimentación.

2.2.2.3 Fabricación

2.2.2.3.1 Moldes

Están contruidos apropiadamente y poseen una resistencia y rigidez suficiente para resistir, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, los esfuerzos de fabricación previstos y mantener las dimensiones de la estructura dentro de las tolerancias máximas del 1%.

Los moldes son suficientemente estancos como para poder impedir pérdidas apreciables en la lechada, dado el modo de compactación adoptado.





Todas las superficies están lisas y sin porosidad apreciable. Las superficies interiores de los moldes aparecen siempre limpias en el momento del hormigonado sin restos de pinturas ni ningún otro producto de protección en sus superficies salvo el desencofrante.

Todos los huecos que se hacen en los paneles, se hacen mediante piezas metálicas, asegurando un acabado adecuado para el posterior montaje de la carpintería en ellos.

2.2.2.3.2 Vertido de hormigón

El hormigón se deposita en el molde a una velocidad tal que fluye en todas las direcciones (todas las partes del molde, y que recubre todas las barras) sin segregación de materiales. El porexpan se coloca durante el hormigonado y se ancla a las armaduras para evitar su levantamiento por el empuje ascendente del hormigón.

Para la correcta compactación se utilizan vibradores externos y se colocan los separadores necesarios para asegurar un correcto recubrimiento de las armaduras.

2.2.2.3.3 Curado

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, se asegura el mantenimiento de la humedad, adoptando para ello las medidas necesarias. Tales medidas se prolongan durante el plazo apropiado al tipo, clase y categoría del cemento, la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc.

2.2.2.3.4 Desmoldeo

Los distintos elementos que constituyen los moldes se retiran sin producir sacudidas ni choques en la estructura. Esta operación no se realiza hasta que el





hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones, los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después del desmoldeo.

2.2.3 Estructura Metálica

2.2.3.1 Descripción general

Tanto para el amarre de las líneas como para soportes de aparatos se utilizarán estructuras metálicas formadas por perfiles angulares de la serie de fabricación normal en este país, con acero A-42b (s/Norma NBE-MV102 vigente) exigiéndole la calidad soldable y llevarán una protección de superficie galvanizada ejecutada de acuerdo con la norma EN/ISO 1461, siendo su peso en zinc de 5 grs. por dm². de superficie galvanizada.

2.2.3.2 Criterios de diseño

Las torres y vigas que sirven de fijación de los conductores de amarre se han dimensionado considerando la acción conjunta de las siguientes cargas:

	AMARRES DE FASES	AMARRE CABLES TIERRA
Longitudinal (kg)	1200	500
Transversal (kg)	600	250
Vertical (kg)	300 + (150)	





Los soportes de aparatos están diseñados para admitir:

- Peso propio
- Cargas estáticas transmitidas por los aparatos
- Cargas dinámicas transmitidas por el aparellaje de maniobra
- Acción de un viento de 120 Km/h. de velocidad actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

En general todos los elementos sometidos a las acciones anteriormente citadas estarán dimensionados para no sobrepasar los 2.600 Kg/cm².

2.3 Parque de 132 Kv

2.3.1 Descripción

El parque de 132 kV será intemperie con configuración de estación transformadora de generación y estará formado por:

- 1 Interruptor tripolar 40 kA., 1.250 A.
- 1 Seccionador tripolar con p.a.t. 1.250 A
- 3 Transformador de tensión inductivo 132000:√3 / 110: √3 / 110: √3 / 110:3
- 3 Transformadores de intensidad 200-400/5-5-5-5 A
- 6 Pararrayos unipolares 132 kV 10 kA con contador de descargas

2.3.1.1 Sistema de transformación

Se instalará en intemperie la siguiente unidad de transformación:

- 1 transformador trifásico de 132/20 kV de 50 MVA ONAN con regulación automática en carga
- 1 Resistencia p.a.t. 7,2 ohmios
- 1 Transformador de intensidad del neutro



SOLAR AIRPORT PV S.L.
Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA





2.3.2 Parámetros básicos de diseño

CARACTERISTICA	UND.	POS. 132 kV.
Tensión nominal	kV.	132
Tens. más elevada para el material	kV.	145
Frecuencia nominal	Hz.	50
Tensión soportada f.i.	kV.	275
Tensión soportada rayo	kV.	650
Conexión del neutro		Resistencia de puesta a tierra del secundario
Línea mínima fuga aisladores	mm.	3625
Intensidad nominal pos. línea	A.	1250
Intensidad nominal pos. transf.	A.	1250
Intensidad máxima de defecto trifásico	kA.	40
Duración del defecto trifásico	seg.	1
Tensión S.A. c.a..	V	400/230
Tensión S.A. c.c. control y protecciones	V	125
Volumen de aceite	m3	13,42

Nota: La intensidad máxima de defecto trifásico para el sistema de 132 KV, según Normativa de Endesa es de 31,5 KA. No obstante, tras consultas realizadas a la Compañía, teniendo en cuenta el punto de conexión dado, en la Subestación “Fundiciones”, se recomienda emplear aparataje de 40 KA de intensidad de cortocircuito.

2.3.3 Características de diseño de los componentes del sistema de 132 kV y transformación. Disposición física.

2.3.3.1 Interruptor

Tipo	Interruptor tripolar de potencia de SF6 para instalación en exterior con accionamiento por resortes	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCIA OCCIDENTAL N.º Colegiado.: 7298 PRAVIA BRUGAROLAS, ANTONIO VISADO N.º.: SE2000455 DE FECHA: 20/10/2020 VISADO Puede consultar la Diligencia de Visado de este documento en la ventanilla única www.coliaoc.com mediante el Código de Validación Telemática: 2SJ2Z6M98CAXPP0X 27 http://coliaoc.e-visado.net/ZonaPublica/Validar.aspx?cod=2SJ2Z6M98CAXPP0X
Agente aislante y exterior	SF6	
Tensión nominal	145 kV	
Frecuencia	50 Hz	
Poder de cierre asignado	80 kA	

SOLAR AIRPORT PV S.L.
 Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA





Intensidad de corriente nominal	1250 A
Intensidad de cortocircuito	40 kA
Accionamiento	Tripolar
Duración del cortocircuito	3 s
Secuencia de operación	O-0.3 s-CO-3 min-CO
Mando	Motorizado con una bobina de cierre, otra de disparo, relé antibombeo y contactos auxiliares de señalización 7NA + 7NC

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455



SOLAR AIRPORT PV S.L.
Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA





2.3.3.2 Seccionador

Tipo	Seccionador Tripolar de Exterior con cuchilla de puesta a tierra
Apertura	Central
Montaje	Horizontal
Número de columnas por polo	3 columnas
Tensión asignada	145 kV
Tensión soportada a impulso tipo rayo, a tierra y entre polos	650 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial, a tierra y entre polos	275 kV
Intensidad nominal	1.250 A
Intensidad admisible de corta duración 1 seg.	40 kA
Accionamiento cuchillas principales	Manual
Accionamiento cuchillas de p.a.t.	Manual
Contactos auxiliares	4NA + 10 NC Pos. Abierto-Cerrado 4NA + 10NC Pos. P. a Tierra
Enclavamiento entre mandos del seccionador y PAT	Cerradura tipo HERPE
Aisladores de apoyo	Tipo poste, de porcelana tipo C4-325 de 1813 mm de línea de fuga

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455



SOLAR AIRPORT PV S.L.
Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA





2.3.3.3 Transformador de intensidad

Tipo	3 Uds. Transformadores de intensidad de servicio exterior para medida y protección de cuatro secundarios
Relación de transformación	200-400/5-5-5-5 A
Primer núcleo	10VA Clase 0,2S
Segundo núcleo	20VA Clase 0,5
Tercer núcleo	30VA Clase 5P30
Cuarto núcleo	30VA Clase 5P30
Frecuencia de la red	50 Hz
Tensión más elevada para el material	145 kV
Intensidad térmica del cortocircuito	40 kA

2.3.3.4 Transformador de tensión

Tipo	3 Transformadores de tensión inductivos para servicio exterior, medida y protección
Relación de transformación	132000: $\sqrt{3}$ / 110: $\sqrt{3}$ / 110: $\sqrt{3}$ / 110:3
Primer núcleo	25VA CI 0.2
Segundo núcleo	25VA CI 0.5-3P
Tercer núcleo	10VA CI 6P
Factor de tensión	1.5 Un 30seg
Frecuencia de la red	50 Hz
Tensión más elevada para el material	145kV
Intensidad térmica del cortocircuito	40 kA

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455





2.3.3.5 Transformador de potencia

Tipo	Transformador trifásico de servicio exterior, refrigeración ONAN/ONAF
Tensión en vacío lado A.T.:	132 kV
Tensión en vacío lado B.T.:	20 kV
Grupo de conexión	Ynd11
Potencia nominal: (ONAN/ONAF)	50 MVA
Regulación en A.T.	Automática en carga + - 10%
Tensión de cortocircuito (impedancia)	13,50%

2.3.3.6 Pararrayos

Tipo	Tres (3) pararrayos de óxido de zinc para servicio exterior
Corriente nominal de descarga	10 kA
Tensión nominal	132 kV
Conexión	Fase-tierra
Accesorios	Contador de descargas y zócalo aislante

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455





2.3.3.7 Resistencia de puesta a tierra

Tipo	Monofásica para servicio exterior
Valor de la resistencia	7.2 Ω
Corriente a tierra en permanencia	500 A
Duración del efecto	10 seg
Aislamiento	V

*Cumple las condiciones del defecto monofásico, 1kA durante 1 seg.

2.4 Parque de 20 kV

2.4.1 Descripción

El parque de 20 kV será interior de simple barra con acoplamiento longitudinal. Se ubicarán 7 cabinas dispuestas de forma contigua una al lado de la otra formando una fila. En cualquier caso, deberán permitir una ampliación futura.

El alcance de las cabinas a instalar será el siguiente:

- 1 cabina de transformador
- 3 cabinas de línea + 1 cabina de reserva
- 1 cabina de medida
- 1 cabina de servicio auxiliares. Las cabinas estarán equipadas con medidores y relés de protección, quedando integradas en el sistema de control de la subestación.





La composición de los diferentes tipos de cabinas que constituyen el conjunto de la instalación blindada de simple barra con aislamiento de hexafluoruro de azufre (SF6) es la siguiente:

2.4.1.1 *Cabina de transformador*

- 1 Tramo tripolar de barras.
- 1 Seccionador tripolar de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 1 Interruptor tripolar automático.
- 12 Conectores apantallados de conexión reforzada (atornilladas) para la conexión de cable subterráneo, 4 por fase.
- 3 Transformadores de intensidad, 2000/5 A 15VA Cl.10P20 para medida y protección.
- 3 Detectores de control de presencia de tensión.
- 1 Compartimento para elementos de control.
- Medidor-registrador y relés de protección.

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455



SOLAR AIRPORT PV S.L.
Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA





2.4.1.2 Cabinas de línea

- 1 Tramo tripolar de barras.
- 1 Seccionador tripolar de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 1 Interruptor tripolar automático.
- 3 Conectores apantallados de conexión reforzada (atornilladas) para la conexión de cable subterráneo.
- 3 Transformadores de intensidad, relación apropiada, para protección y medida.
- 3 Detectores de control de presencia de tensión.
- 1 Compartimento para elementos de control.
- Medidor-registrador y relés de protección.

2.4.1.3 Cabina de media

- 1 Tramo tripolar de barras.
- 1 Seccionador tripolar de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 3 Fusibles.
- 3 Transformadores de tensión.
- 3 Detectores de control de presencia de tensión.
- 1 Compartimento para elementos de control.

2.4.1.4 Cabina de servicios auxiliares

- 1 Tramo tripolar de barras.
- 1 Seccionador tripolar de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 3 Fusibles.
- 3 Conectores enchufables para la conexión de cable subterráneo.
- 3 Detectores de control de presencia de tensión.
- Medidor-registrador y relés de protección.





2.4.1.5 Barras electrosoldadas

La función de los embarrados principales es la conexión eléctrica entre celdas.

Tienen una disposición monofásica y se sitúan en la cuba de gas estanca exterior. Permite modularidad y una futura extensibilidad sin manipulación de gas in situ.

Este conjunto de embarrado superior se compone de tres conductores independientes, cilíndricos, de cobre, con aislamiento sólido y apantallados. La conexión entre celdas se realiza mediante un tramo de barra y conectores en “T” o en “L”.

Todo el conjunto es insensible a la suciedad y condensaciones, estando protegido contra impactos mediante una cubierta metálica.

Los embarrados están preparados para soportar esfuerzos térmicos y dinámicos de corrientes de corta duración asignada (16 kA / 1 o 3 s) y corriente asignada en permanencia es de 2000 A.

2.4.2 Características de los componentes posiciones 20 KV

2.4.2.1 Características asignadas comunes

Características asignadas

<i>Tensión nominal de la red</i>	KV 20
<i>Tensión más elevada para el material</i>	KV 24
<i>Tensión soportada de corta duración a f.i.(valor eficaz)</i>	KV 50
<i>Tensión soportada con impulsos tipo rayo (valor de cresta)</i>	KV 125
<i>Frecuencia</i>	Hz 50
<i>Corriente en servicio continuo salida de línea</i>	A 630
<i>Corriente en servicio continuo transformador</i>	A 2000
<i>Corriente en servicio continuo barras</i>	A 2000
<i>Corriente en servicio continuo servicios auxiliares</i>	A 2000
<i>Corriente admisible de corta duración (1 seg)</i>	KA 16
<i>Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración</i>	KA 40



2.4.2.2 Características asignadas de los componentes

Características asignadas de los interruptores automáticos

Tensión más elevada para el material	kV	24
Tipo de fluido para aislamiento y corte		SF6
Corriente asignada en servicio continuo transformadores y acople	A	2000
Corriente asignada en servicio continuo líneas	A	630
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	KA	16
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración (límite dinámico)	KA	63
Secuencia de maniobra	msec	O-0,3s-CO-15 seg-CO
Tiempo de apertura	msec	< 45
Tiempo de cierre	msec	< 150
Tiempo de cierre-apertura	msec	< 65

Características asignadas de los transformadores de intensidad

Tensión más elevada para el material	KV	24
Relación de transformación cabina transformador	A	2000/5
Relación de transformación cabina línea	A	600/5
Potencias y clases de precisión		
1° Arrollamiento		15 VA CL. 10P-20

Características asignadas de los transformadores de tensión

Tensión más elevada para el material	KV	24
Relación de transformación	V	20 KV / 110 V
Potencias y clases de precisión		
1° Arrollamiento		20 VA cl. 0.5-3P

2.4.2.3 Características funcionales de los seccionadores de puesta a tierra

La maniobra de puesta a tierra de los cables se realizará siempre a través del interruptor automático.

Los seccionadores de puesta a tierra tendrán un poder de cierre combinado



de 40 kA (valor de cresta).

2.4.3 Conductores

La conexión de los transformadores de potencia en MT con sus correspondientes cabinas se realizará con los siguientes conductores:

2.4.3.1 Conductores desnudos

Características asignadas

<i>Conductor</i>		<i>Tubo Cu</i>
<i>Diámetro exterior / interior</i>	<i>mm</i>	60/70 y 16/20
<i>Dimensionamiento</i>		s/ CEI 865/1993
<i>1º Arrollamiento</i>		C6-650

2.4.3.2 Conductores aislados para cabina transformador

Características asignadas

<i>Tensión nominal de la red</i>	<i>kV</i>	20
<i>Tensión asignada del cable (Uo/U)</i>	<i>kV</i>	12/20
<i>Sección</i>	<i>mm2</i>	500
<i>Naturaleza del conductor</i>		Aluminio
<i>Intensidad admisible (enterrado 1m, terna de cables en contacto mutuo)</i>	<i>A</i>	444
<i>Nº de conductores por fase</i>		4
<i>Secci mínima de la pantalla</i>	<i>mm2</i>	16

2.4.3.3 Conductores aislados par cabina servicios auxiliares

Características asignadas

<i>Tensión nominal de la red</i>	<i>kV</i>	20
<i>Tensión asignada del cable (Uo/U)</i>	<i>kV</i>	12/20
<i>Sección</i>	<i>mm2</i>	95
<i>Naturaleza del conductor</i>		Aluminio





<i>Intensidad admisible (enterrado 1m, terna de cables en contacto mutuo)</i>	A	165
<i>Nº de conductores por fase</i>		1
<i>Secci mínima de la pantalla</i>	mm2	16

2.5 Transformación

2.5.1 Descripción

Se instalará un transformador 132/20 kV de 50 MVA. Los neutros de 20 kV se conectarán a tierra a través de reactancias de puesta a tierra que limitarán la corriente de defecto a tierra a 500 A.

Se instalará un seccionador unipolar en la puesta a tierra de la reactancia para limitar la corriente de defecto a tierra al valor especificado.

Para la protección contra el rayo se instalarán pararrayos en la parte de AT y BT del transformador.

2.5.2 Características de los componentes

Características asignadas Transformador de potencia 132/20 kV 50 MVA

Tensiones en vacío

AT	V	132.000±10%×1% (vacío)
BT (Triángulo)	V	20.000

Potencia por arrollamiento en toma de menor tensión

AT	MVA	50
BT	MVA	50

Grupo de conexión AT/BT

Ynd11





Dispositivo cambio de tensiones

<i>AT</i>	<i>Regulador en carga</i>
<i>BT</i>	<i>Fija</i>
<i>Clase de refrigeración</i>	<i>ONAN-ONAF</i>
<i>Tensión cortocircuito 75° base 50 MVA</i>	<i>13,50%</i>

Características asignadas de los pararrayos lado AT del transformador

<i>Tensión más elevada para el material</i>	<i>kV</i>	<i>145</i>
<i>Tensión asignada servicio continuo</i>	<i>kV</i>	<i>132</i>
<i>Tensión asignada</i>	<i>kV</i>	<i>132</i>
<i>Corriente nominal de descarga onda 8/Mtuseg</i>	<i>kA</i>	<i>10</i>
<i>Clases de descarga</i>		<i>3</i>
<i>Aislamiento externo</i>		<i>goma-silicona</i>
<i>Contador de descarga</i>		<i>Incluido</i>

Características asignadas de los pararrayos lado 20 kV del transformador

<i>Tensión más elevada para el material</i>	<i>kV</i>	<i>24</i>
<i>Tensión asignada servicio continuo</i>	<i>kV</i>	<i>20</i>
<i>Tensión asignada</i>	<i>kV</i>	<i>20</i>
<i>Corriente nominal de descarga onda 8/Mtuseg</i>	<i>kA</i>	<i>10</i>





Clases de descarga

3

Aislamiento externo

goma-silicona

2.5.3 Sistema de control

Se instalará un Sistema Integrado de Control y Protección (en adelante SICOP) con las siguientes características:

2.5.4 Tecnología

El SICOP será de tecnología numérica y configuración distribuida, formado por una unidad de control de la subestación (en adelante UCS) y varias unidades de control de posición (en adelante UCP).

2.5.5 Funciones

El SICOP incorporará las funciones de control local, telecontrol, protección y medida de todas las posiciones de la subestación incluido los Servicios Auxiliares tanto de corriente continua como de corriente alterna.

2.5.6 Funciones principales de las UCS

- Mando y Señalización de todas las posiciones de la subestación
- Ejecución de automatismos generales a nivel de subestación.
- Presentación y gestión de las alarmas del sistema.
- Gestión de las comunicaciones con el sistema de Telecontrol.
- Gestión de las comunicaciones con todas las UCP
- Gestión de periféricos: terminal local, impresora y módem.
- Generación de informes.
- Sincronización horaria.
- Opcionalmente, Gestión de comunicaciones y tratamiento de la información con las Unidades de Mantenimiento a través de la Red Telefónica Conmutada o Red de Tiempo Real.





2.5.7 Funciones principales de las UCP

- Medida de valores analógicos (intensidad, tensión, potencia, etc.) directamente desde los secundarios de los TT/I y TT/T
- Protección de la posición.
- Mando y señalización remota de los dispositivos asociados a la posición. (interruptores, seccionadores, etc.)
- Adquisición de las entradas digitales procedentes de campo asociadas a la posición.
- Gestión de alarmas internas de la propia UCP.

2.5.8 Disposición constructiva

- Los distintos elementos integrantes del SICOP se dispondrán de la siguiente forma:
- Un armario central en el que se instalará el equipamiento general de la subestación y que se ubicará en el edificio o sala de control. Este armario contendrá la UCS y todos los módems incluidos los que comunican con el Telemando (Despacho de Maniobras).
- Las diferentes UCP se instalarán en los armarios de protección de la subestación.
- La red de comunicaciones se instalará en las conducciones de cables de la subestación y será de fibra óptica mononodo protegida contra la acción de los roedores.

2.6 Sistema de protecciones

2.6.1 Línea + Trafo 132 kV

Se instalará un único bastidor integrado de protecciones y control, que agrupará la posición de línea y de transformador, ya que comparten toda la aparamenta. Este bastidor incluirá relés de protección de tecnología numérica y todos los elementos auxiliares para efectuar las funciones exigidas en la red de distribución. Coordinadamente con el extremo opuesto, propiedad de Enxsa, se instalará un bastidor similar equipará con los siguientes equipos:

Protecciones de Línea de Alta Tensión y Transformador

Se instalará una protección diferencial como protección principal y se empleará la UCP como protección secundaria. Los equipos serán de tecnología digital e incluirán las funciones de:

SOLAR AIRPORT PV S.L.
Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA





continuación:

Protección	Función (ANSI/IEEE)	Descripción
Primaria	87	Protección diferencial de línea
	21F/21N	Protección de distancia de fases y de neutro
	79	Reenganchador disponible
	67N	Sobreintensidad direccional de neutro
	SOTF	Cierre sobre falta
	25	Comprobación de sincronismo
	50/50N	Sobreintensidad a tiempo definido de fases y de neutro
	51/51N	Sobreintensidad a tiempo inverso de fases y de neutro
	LOC	Localizador de faltas
	OSC	Oscilografía de tecnología digital
Secundaria	3	Lógica configurable para vigilancia de circuitos de disparo
	67	Sobreintensidad direccional de fases
	67N	Sobreintensidad direccional de neutro
	OSC	Oscilografía de tecnología digital
	3	Lógica configurable para vigilancia de circuitos de disparo

La comunicación de los dos extremos de la protección diferencial será vía fibra óptica multiplexada.

Adicionalmente el transformador se equipará con las siguientes protecciones propias:

Protección	Función (ANSI/IEEE)	Descripción
Propias Trafo	49-1	Imagen térmica devanado primario
	49-2	Imagen térmica devanado secundario
	63B	Buchholz transformador
	63BJ	Buchholz cambiador de tomas
	63L	Sobrepresión cuba
	26	Temperatura





2.6.2 Líneas de MT

- Protección de sobreintensidad para falta entre fases, y entre fase y tierra formada por relés de intensidad de tiempo muy inverso con elemento instantáneo.
- Protección ultrasensible para faltas de tierra-resistente formada por relés de sobreintensidad de tiempo muy inverso.

2.7 Sistema de medida para facturación

La medida para facturación de energía se hará a nivel de 132 kV, en la propia subestación del promotor. Todo conforme al Reglamento de Puntos de Medida (RPM) Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto.

Según este reglamento, la planta fotovoltaica se considera Tipo 1 (>12MVA) y deberá ser verificada cada 2 años.

Al no superar los 80MVA, no se exige la instalación de doble equipamiento de transformadores de medida.





La medida se facturará en el punto de entrega a la red de distribución. Por lo que, al tener los equipos en el extremo del promotor, el operador de mercado aplicará el coeficiente correspondiente a las pérdidas de la línea.

Por lo que, se instalará un bastidor con dos equipos semejantes, ambos compartiendo secundarios de tensión e intensidad, en el edificio del promotor. Cada equipo de medida estará compuesto por los siguientes:

- Contador (principal/redundante) electrónicos combinados de Activa y Reactiva.
La medida se realiza en los cuatro cuadrantes.
- Clase de precisión del contador de activa: 0,2s.
- Clase de precisión del contador de reactiva: 0,5.
- No de hilos: 4
- Máxímetro configurable para cada una de las tarifas.
- Montaje saliente.
- 1 Registradores de medida integrado.
- 1 Cajas de bornas de ensayo.
- 1 Convertidor.
- 1 MODEM de comunicaciones.

Para cumplir con el reglamento, se instalarán cajas de formación independientes para tensiones e intensidades. Todos los borneros de conexión serán precintables. Los circuitos de tensión estarán protegidos por fusibles, también precintables. Y se instalan resistencias de carga para asegurar al menos el 50% de la suma de potencias de todos los secundarios de los transformadores de tensión.

2.8 Sistema de servicios auxiliares

2.8.1 Servicios auxiliares de C.A.

2.8.1.1 Función

La función del sistema de servicios auxiliares de corriente alterna será la alimentación de las siguientes cargas:

SOLAR AIRPORT PV S.L.
Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA





- Cargador de las baterías de corriente continua.
- Alumbrado y fuerza de la subestación.
- Regulador en carga y ventiladores del transformador de potencia.
- Sistema de servicios auxiliares de la planta PV: Iluminacion exterior, CCTV - antintrusismo, SCADA PV, contraincendios y otros.

2.8.1.2 Esquema unifilar

Se instalará un transformador de servicios auxiliares conectado a su respectiva cabina de MT.

La distribución se realizará mediante el Cuadro de Servicios Auxiliares.

2.8.1.3 Características

Características Transformador de Servicios Auxiliares

Tensiones en vacío

<i>AT</i>	V	20000
<i>BT</i>	V	400-230
<i>Potencia por arrollamiento en toma de menor tensión</i>	kVA	400
<i>Grupo de conexión AT/BT</i>		Dyn11
<i>Clase de refrigeración</i>		Natural
<i>Regulación en el devanado primario</i>		±2,5%±5%±10%
<i>Tensión cortocircuito 75° base 400 kVA</i>		4%

2.8.2 Servicios auxiliares de C.C.

2.8.2.1 Función

La función del sistema de servicios auxiliares de corriente continua será la alimentación de las siguientes cargas:





- Circuitos de control, protecciones y alarmas
- Circuitos de equipos de comunicaciones.

2.8.2.2 Esquema unifilar

Se instalará 1 equipo cargador-batería, con 8 horas de autonomía. 125 V. c.c., así como 1 convertidor 125/48 Vcc.

La distribución se realizará mediante el Cuadro de Servicios Auxiliares.

2.8.2.3 Características

Características del Equipo Cargador-Batería de 125 V

Características generales

Tensión nominal	V	125 + 10%.15%
Consumo en permanencia	A	10

Características de la batería

	kVA	250
Tipo		Estacionaria Ni-Cd
Nº de elementos		92
Tensión de flotación	V	1,4 por elemento
Capacidad nominal	Ah	100
Régimen de descarga		Medio (5h)

Características del cargador

Tensión de salida estabilizada		1%
Factor de rizado		2%
Intensidad de salida	A	15

2.9 Telecomunicaciones





2.9.1 Telecomunicaciones para telecontrol

Su función es comunicar el sistema de control (SICOP) con despacho de maniobra.

En el armario UCS se equiparán dos vías de comunicación que utilizarán la fibra óptica para llegar hasta el despacho, precisando la infraestructura de Red Eléctrica de España.

2.9.2 Telecomunicaciones para proyecciones

Ya hemos descrito que las protecciones de la línea serán de tecnología diferencial, por lo que necesitan de una comunicación constante entre extremos. A tal fin, se utilizará la fibra óptica instalada en el cable de tierra para comunicar estos equipos.

Adicionalmente, será necesario otro equipo para las funciones de teledisparo. Que también comunicarán directamente entre extremos mediante la misma fibra óptica.

2.10 Sistema de puesta a tierra

2.10.1 Red interior inferior

La instalación general de puesta a tierra inferior cumplirá las siguientes funciones:

- Proteger al personal y equipo contra potenciales peligrosos.
- Proporcionar un camino a tierra para las intensidades originadas por descargas atmosféricas, por acumulación de descargas estáticas o por defectos eléctricos.
- Referenciar el potencial del circuito respecto a tierra.
- Facilitar a los elementos de protección el despeje de falta a tierra.

2.10.1.1 Criterios de diseño del sistema

- Resistividad del terreno 100 Ohm/m.
- Intensidad de defecto 7.2 kA.
- Tiempo de despeje de falta 0.5 seg.

SOLAR AIRPORT PV S.L.

Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA





- Tomamos como resistencia del cuerpo humano

2.10.1.2 Características del sistema

El sistema de puesta a tierra estará formado por:

1.000 Ohm.

- Electrodo de puesta a tierra que será una malla enterrada de cable de cobre de 95 mm² Los conductores en el terreno se tenderán formando una retícula, estando dimensionado de manera que al dispersar la máxima corriente de fallo las tensiones de paso y de contacto estén dentro de los límites admisibles por el presente reglamento (Instrucción ITC-RAT-13).
- Líneas de tierra que serán conductores de cobre desnudo de 95 mm² o pletina de cobre de 25x3 que conectarán los elementos que deban ponerse a tierra al electrodo de acuerdo a las instrucciones generales y particulares de puesta a tierra.

2.10.1.3 Puesta a tierra de protección

Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

Se conectarán a las tierras de protección, salvo las excepciones señaladas en los apartados que se citan, entre otros, los siguientes elementos:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Las vallas y las cercas metálicas.
- Los soportes, etc.
- Las estructuras y armaduras metálicas del edificio que contendrá la instalación de alta tensión.



SOLAR AIRPORT PV S.L.
Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA





- Los blindajes metálicos de los cables.
- Las tuberías y conductos metálicos.
- Las carcasas de los transformadores.

2.10.1.4 Puesta a tierra de servicio

Se conectarán a las tierras de servicio los elementos de la instalación, y entre ellos:

- Los neutros del transformador de potencia y del transformador de S.A.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

2.10.1.5 Interconexión de las instalaciones de tierra

Las puestas a tierra de protección y de servicio de la subestación deberán conectarse entre sí, constituyendo una instalación de tierra general.

2.10.2 Red de tierra aérea

Para la protección de la subestación frente a descargas atmosféricas (frente de onda escarpado tipo rayo), se instalará una red de protección aérea basada en la colocación sobre los pórticos de amarre de las líneas pararrayos con dispositivo de cebado normalizado según Norma UNE 21.186.

2.10 Sistema de alumbrado

Para el alumbrado de la subestación se emplearán luminarias de tecnología LED, siendo la potencia instalada para el alumbrado de la Subestación inferior a 1 KW.

El alumbrado de la subestación no será de tipo permanente, se pondrá en funcionamiento en caso de necesidad.





2.11.1 Alumbrado exterior

Estará constituido por:

- Proyector de tecnología LED.

2.11.2 Alumbrado interior

Estará constituido por:

- En la sala de cabinas MT y almacén se utilizarán proyectores de tecnología LED.
- En salas auxiliares se utilizan equipos de tecnología LED.

2.11.3 Alumbrado de emergencia

Para el alumbrado de emergencia se instalan lámparas con fuentes propias de energía con una iluminación mínima de 10 lux, en régimen de emergencia y de 1 lux en régimen de señalización. Estas lámparas estarán previstas para entrar en funcionamiento al producirse el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70 % de su valor nominal.

2.12 Sistema de seguridad

2.12.1 Protección contra incendios

El alcance de los sistemas de protección contra incendios será el siguiente:

2.12.1.1 Sistema automático de detección de incendios

Consistirá en un sistema de detección mediante detectores de humo del tipo iónico, en sala de control baterías y telecomunicaciones, y del tipo térmico- termovelocimétrico en transf. de S.A., de cable cámara de ionización y en un sistema de alarmas mediante pulsadores manuales localizados en puntos estratégicos con el fin de que el personal que primero localice un incendio pueda dar la alarma sin esperar la actuación del sistema de detección.

Se instalará una central de alarmas y señalización con capacidad para todas las zonas de detección.





2.12.1.2 Extintores móviles

Se instalarán en el interior del edificio extintores móviles de 3,5 Kg. en sala de control y de 5 Kg. en pos. de MT, de capacidad de CO2.

Ubicado en las cercanías del transformador de potencia se instalará un extintor móvil de 25 Kg. de polvo polivalente.

2.12.2 Protección contraintrusismo

Se ha previsto dotar al parque de un sistema de detección de intrusismo con emisores-células receptoras, cuyas señales irán a parar al sistema general de alarmas situado en el interior del edificio.

2.13 Limitación de los campos magnéticos

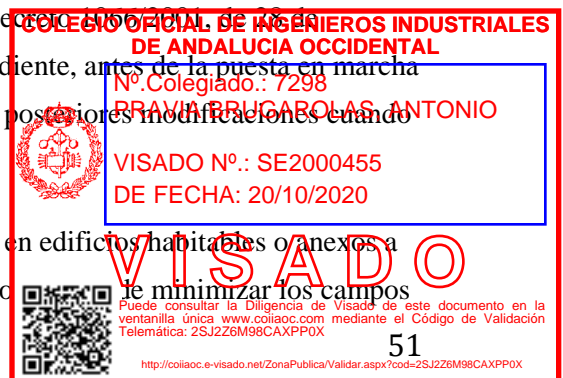
2.13.1 Justificación del apartado 4.7 de la ITC-RAT-14

Según establece el apartado 4.7. de la ITC-RAT 14 “INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR” del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en el diseño de las instalaciones se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz, en los diferentes elementos de dichas instalaciones.

El Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

La comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, se realizará mediante los cálculos para el diseño correspondiente, antes de la puesta en marcha de las instalaciones que se ejecuten siguiendo el citado diseño y en sus posteriores modificaciones cuando estas pudieran hacer aumentar el valor del campo magnético.

Particularmente, cuando las instalaciones de alta tensión se encuentren en edificios habitables o anexos a los mismos se tendrán en cuenta las siguientes condiciones de diseño con el fin de minimizar los campos





magnéticos generados:

- Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán preferentemente la disposición en triangulo y formando ternas, o en atención a las circunstancias particulares del caso, aquella que el proyectista justifique que minimiza la generación de campos magnéticos.
- La red de baja tensión se diseñará con el criterio anterior.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñaran evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurara que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado posible de estos locales.
- En el caso que por razones constructivas no se pudieran cumplir alguno de estos condicionantes de diseño, se adoptaran medidas adicionales para minimizar dichos valores, como, por ejemplo, el apantallamiento.

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá requerir al titular de la instalación que se realicen las medidas de campos magnéticos por organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas magnéticas. Las medidas deben realizarse en condiciones de funcionamiento con carga, y referirse al caso más desfavorable, es decir, a los valores máximos previstos de corriente.

El Consejo Ministros de Sanidad de la Unión Europea (1999/519/CE) recomienda como restricción básica para el público, en sitios donde pueda permanecer

bastante tiempo, unos niveles para el campo electromagnético de 50 Hz de 5 kV/m para el campo eléctrico y 100 µT para el campo magnético.

A frecuencia de 50 Hz la intensidad del campo magnético decrece rápidamente en la distancia a la



SOLAR AIRPORT PV S.L.
Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA





fuelle, por ello, la medida más inmediata y eficaz adoptada es el alejamiento respecto a la fuente.

Según el Real Decreto 1066/2001, el campo magnético deberá ser:

- Inferior a 100 μ T para el público en general
- Inferior a 500 μ T para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación)

2.13.2 Condiciones de diseño

En la subestación proyectada, los valores más desfavorables para el campo magnético se producirán en el lado de media tensión (20 KV), por producirse en estos circuitos los mayores valores de intensidad de línea.

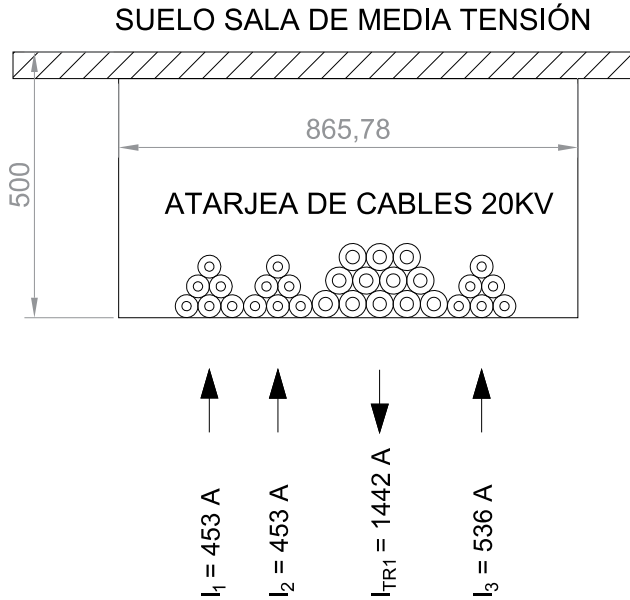
El trazado de los conductores de media tensión (20 KV) será en su totalidad subterráneo. Las entradas y salidas estarán efectuadas por el suelo, accediendo a las celdas por la parte inferior. Los conductores estarán dispuestos en triángulo, formando una terna.

En la sala de celdas, se dispone de atarjea practicada en la solera de hormigón, sobre la que discurren dichos conductores. Las celdas, se instalarán, sobre las atarjeas.





En la sala de media tensión encontramos 3 celdas de entrada de las líneas que provienen del parque solar fotovoltaico y 1 celda para la salida de línea hasta el transformador de 20/132 KV, dispuestas según el esquema que se representa a continuación:



En el esquema anterior se representa la intensidad total que discurre por cada circuito trifásico. El sentido de circulación de la intensidad en cada una de las líneas trifásicas hará que los campos magnéticos producidos por las líneas de entrada se contrarresten con el de las líneas de salida.

El campo magnético producido por cada circuito en un punto determinado, vendrá dado por la expresión:

$$B = \mu_0 \cdot I / (2 \cdot \pi \cdot r)$$

Siendo,

B Campo magnético producido en Teslas (T)

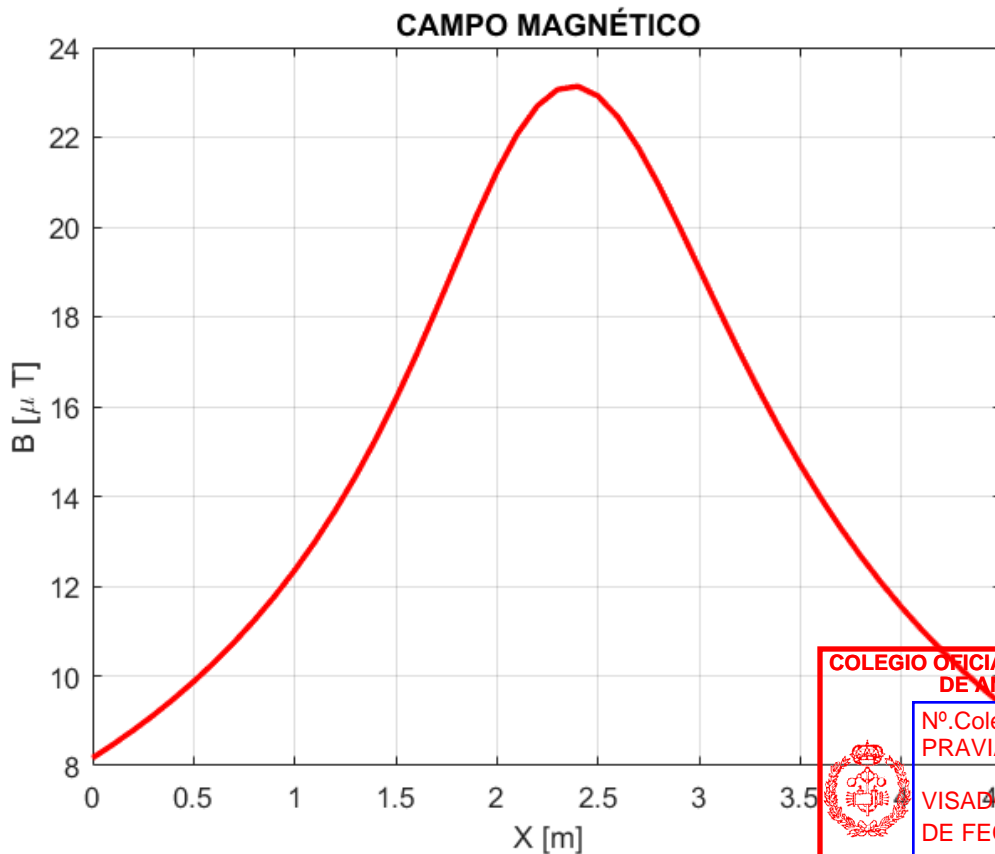
Documento visado electrónicamente con número: SE2000455



- μ_0 Permeabilidad del medio, su valor en el espacio libre es de $4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$
- I Corriente eléctrica de la línea de transmisión, en Amperios (A)
- r Distancia del conductor al punto de interés a considerar, en metros (m)

Para obtener el campo resultante del conjunto de todas las líneas trifásicas en un punto determinado, las componentes verticales y horizontales de B, deben de combinarse individualmente como fasores, considerando los ángulos de las diferentes corrientes.

Mediante el empleo de un programa de cálculo de elementos finitos se han obtenido los valores del campo magnético B en la faja de puntos paralelos sobre la atarjea de entrada de cables de media tensión a una distancia de 1 metro. Se han obtenido los siguientes valores:



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA OCCIDENTAL

Nº.Colegiado.: 7298
PRAVIA BRUGAROLAS, ANTONIO

VISADO Nº.: SE2000455
DE FECHA: 20/10/2020

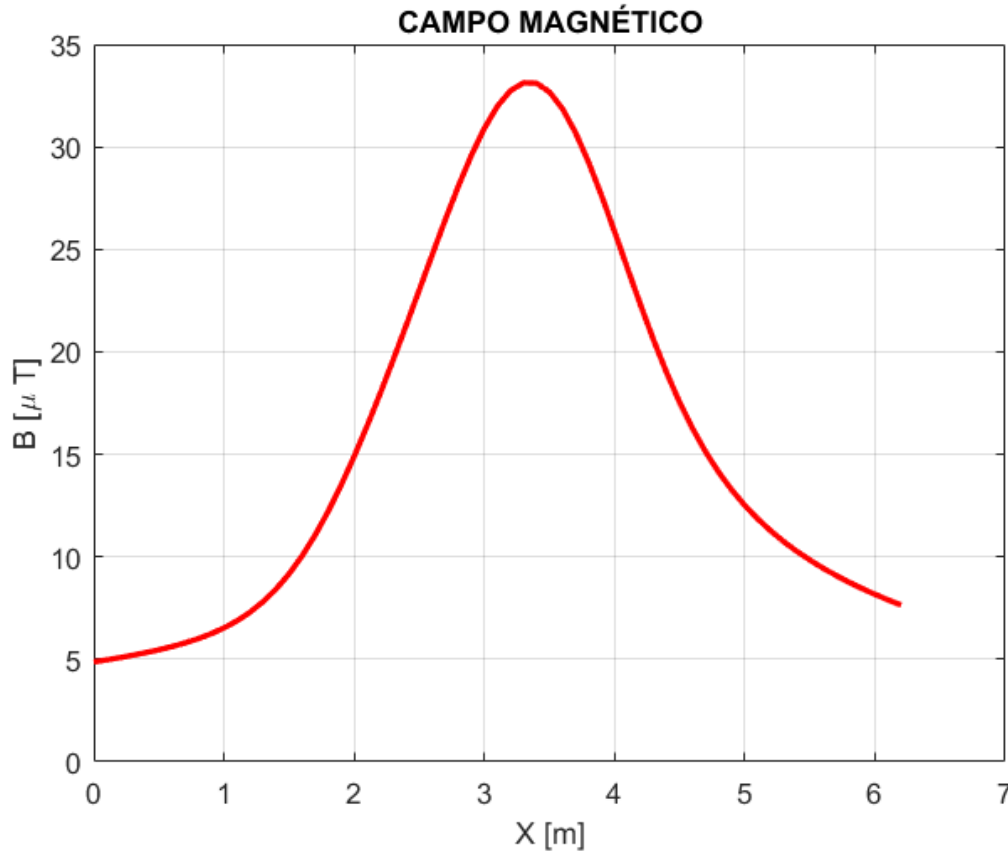
VISADO

Puede consultar la Diligencia de Visado de este documento en la ventanilla única www.coliaoc.com mediante el Código de Validación Telemática: 2S.J2Z6M98CAXPP0X

55

<http://coliaoc.e-visado.net/ZonaPublica/Validar.aspx?cod=2S.J2Z6M98CAXPP0X>

En la zona de conexión a las celdas, las líneas se encuentran más separadas. En este caso la distancia de separación entre las ternas se corresponderá con el ancho de las celdas. Calculando para este caso, obtenemos los siguientes valores en la faja de puntos paralelos a las celdas en su parte frontal (a 1 metro de distancia de los cables que acometen por la parte posterior).



Documento visado electrónicamente con número: SE2000455

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA OCCIDENTAL

Nº.Colegiado.: 7298
 PRAVIA BRUGAROLAS, ANTONIO

VISADO Nº.: SE2000455
 DE FECHA: 20/10/2020

VISADO

Puede consultar la Diligencia de Visado de este documento en la ventanilla única www.coliaoc.com mediante el Código de Validación Telemática: 2S.J2Z6M98CAXPP0X

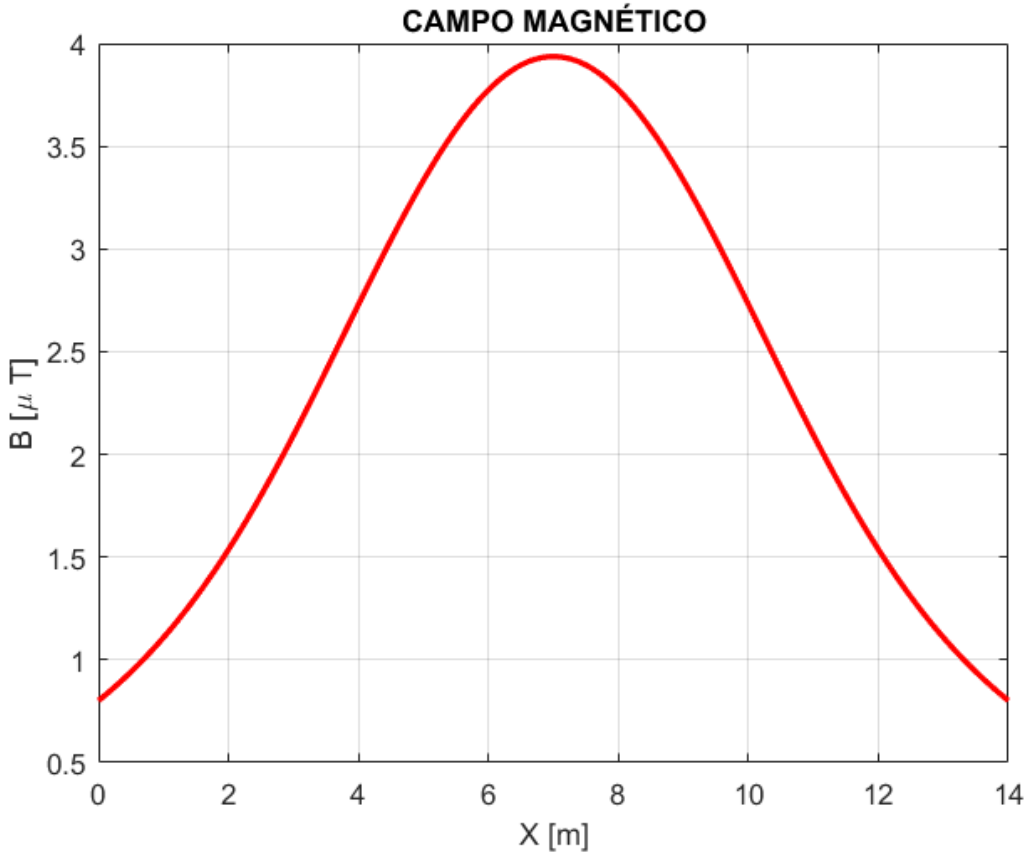
56
<http://coliaoc.e-visado.net/ZonaPublica/Validar.aspx?cod=2S.J2Z6M98CAXPP0X>

SOLAR AIRPORT PV S.L.
 Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA

VISADO **VÁLIDO** PARA
LEGALIZACIONES
 VISADO **NO VÁLIDO** PARA
-CONSTRUCCIÓN-



Por último, se ha estudiado también la zona de puntos bajo el pórtico de la Subestación (línea aérea de 132 KV), a una distancia de 2 metros sobre el terreno. En este caso, los conductores de alta tensión se encuentran separados una distancia de 3 metros entre sí. Para este caso se comprueba que los valores son muy inferiores, por ser inferior la intensidad que circula por los conductores:



Documento visado electrónicamente con número: SE2000455

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCIA OCCIDENTAL

Nº.Colegiado.: 7298
 PRAVIA BRUGAROLAS, ANTONIO

VISADO Nº.: SE2000455
 DE FECHA: 20/10/2020

VISADO

Puede consultar la Diligencia de Visado de este documento en la ventanilla única www.coliaoc.com mediante el Código de Validación Telemática: 2S.J2Z6M98CAXPP0X

57
<http://coliaoc.e-visado.net/ZonaPublica/Validar.aspx?cod=2S.J2Z6M98CAXPP0X>





3. Cálculos de la subestación 20/132 kV

Se adjuntan las tablas con todos los cálculos mecánicos y eléctricos, justificativos de los elementos diseñados.

3.1. Cálculo de los conductores

3.1.1. Cálculos eléctricos de conductores

Trifásica	1,73
Potencia total de evacuación	50
Potencia Trafo (MVA)	50
Tensión Alta (kV)	132
Tensión baja (kV)	20

Intensidad MAX Línea (A)	218,69
Intensidad Alta Trafo (A)	218,69
Intensidad Baja Trafo (A)	1.443,38

132 Kv

Seccionador-Interruptor TI	C4	Desnudo CU 50	$I_{MAX} = 250$	F. Seguridad = 1,14
TI – Trafo Potencia	C3	CU 16/20	$I_{MAX} = 280$	F. Seguridad = 1,28

20 Kv

Trafo Potencia – Salida M.T.	C1	CU 60/70	$I_{MAX} = 1,575$	F. Seguridad = 1,28
Salida M.T. –Celda Trafo 20 kV	C2	AL RHZ1 H-16 12/20 KV 3x(4x500 mm2)	$I_{MAX} = 1,776$	F. Seguridad = 1,28

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCIA OCCIDENTAL

Nº.Colegiado.: 7298
PRAVIA BRUGAROLAS, ANTONIO

VISADO Nº.: SE2000455
DE FECHA: 20/10/2020

VISADO

Puede consultar la Diligencia de Visado de este documento en la ventanilla única www.coliaoc.com mediante el Código de Validación Telemática: 2SJ2Z6M98CAXPP0X

58

<http://coliaoc.e-visado.net/ZonaPublica/Validar.aspx?cod=2SJ2Z6M98CAXPP0X>



3.1.1.1. Cálculo de conductor de cobre desnudo. Cobre

Conductores para embarrados cable desnudo de cobre/aluminio

Sección nominal (mm ²)	Denominación	Sección real	Peso	Densidad de corriente		I max	
				CU	AL	CU	AL
50				5,1	4	255	200
70	C70	70,3	637	4,5	3,55	315	249
95				4,05	3,2	385	304
125				3,7	2,9	463	363
150	C150	147,1	1,335	3,49	2,8	523	420
160				3,4	2,7	544	432
200				3,2	2,5	640	500
240	C240	236	2,143	2,96	2,4	710	576
250				2,9	2,3	725	575
300				2,75	2,15	825	645
400				2,5	1,95	1000	780
500				3,3	1,8	1150	900
600				2,1	1,65	1260	990

Conductores embarrados cable desnudo de cobre –Arruti

Sección nominal (mm ²)		Diámetro exterior	Intensidad admisible A 40°C
	19 x 1,80	9	250
50	19 x 2,10	10,5	310
70	19 x 2,50	12,5	380
95	19 x 2,80	14	440
150	37 x 2,25	15,7	505
185	61 x 2,50	17,5	585
240	61 x 2,25	20,2	695
300	61 x 2,50	22,5	810
400	61 x 2,89	26	965
500	61 x 3,23	29,1	1115



Intensidad max 50 MVA/132 kV = 219,0 A

Conductor seleccionado Cu 50 mm²

3.1.1.2. Cálculos de embarrados rígidos. Tubos de cobre

Tubos de cobre para embarrados

Denom.	Diametro Exterior (mm)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Módulo Resistente (cm ²)	Densidad máxima de corriente	Peso (kg/m)
C 20/16	20	2	113,1	0,463	2,56	1,00
C 30/25	30	2,5	216,0	1,372	2,22	1,92
C 50/46	50	3	443,0	4,912	1,93	3,94
C 80/72	80	4	955,0	17,280	1,61	8,49

Tubos de cobre embarrados –Arruti

Diametro (mm)	Sección (mm ²)	Intensidad admisible		Admisible SPAN (M)
		A T: 40°C	A T: 30°C	
16/20	113	324	280	3,38
20/25	177	454	390	4,12
25/28	125	335	295	4,7
25/30	216	550	475	4,7
30/35	255	645	560	5,3
40/45	334	840	730	6,3
45/50	373	926	800	6,2
50/60	865	1550	1340	8,2
55/60	451	1120	1000	7,75
60/70	1025	1820	1575	9,2
65/70	530	1330	1155	8,65
76/80	490	1350	1175	9,15

**Intensidad max 50 MVA/132 Kv =
Tubo seleccionado nivel 132 kV**

**Intensidad max 50 MVA/120 Kv =
Tubo seleccionado nivel 132 kV**



3.1.1.3. Cálculo de conductor aislado. Trafo de conductor aislado

Conductor aislado de Potencia

Denom.	Sección (mm ²)	R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	I. Admisible al aire	Coef. Cable Canal	Agrup. Cables
AL RHZ 1 H-16 12/20 Kv	95	0,403	0,125	245	0,84	0,8
	150	0,262	0,118	285	0,84	0,8
	240	0,161	0,108	435	0,84	0,8
	400	0,102	0,1	580	0,84	0,8
	500	0,084	0,097	660	0,84	0,8
	530	0,06	0,092	760	0,84	0,8
Cu RHZ1 H-16 12/20 kV	95	0,245	0,125	315	0,84	0,8
	150	0,159	0,117	415	0,84	0,8
	240	0,098	0,107	555	0,84	0,8
	400	0,062	0,1	745	0,84	0,8
	500	0,051	0,097	845	0,84	0,8
	530	0,04	0,093	975	0,84	0,8

$$I_{adm} = N \times I \times C_1 \times C_2$$

- N = Número de cables por fase**
- I = Intensidad admisible del cable (en tabla)**
- C₁ = Coeficiente para cables en canal**
- C₂ = Coeficiente para grupo de cables**

Intensidad max 50 MVA/20 KV=

1445,1 A

La celda de 20 kV admite hasta 6 conductores por fase

Preferimos AL por motivos de costes

Configuración seleccionada

3.2. Cálculo de la der de puesta a tierra

3.2.1. Cálculos de Red de Tierras. Datos de partida del diseño

SOLAR AIRPORT PV S.L.
Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA

VISADO VÁLIDO PARA LEGALIZACIONES
VISADO NO VÁLIDO PARA -CONSTRUCCIÓN-



Tensión nominal de la instalación	132 Kv
Resistividad media del terreno	100 Ω.m
Resistividad de la grava superficial	3000 Ω.m
Espesor de la grava superficial	0,1 m
Tiempo de duración del defecto	0,5 s
Corriente de defecto aportada por las líneas	
Línea 1	7,20 kA
Línea 2	0,00 kA
Coefficiente de mayoración de la corriente de defecto	1,2
Profundidad de la malla	0,8 m
Separación entre conductores	4 m
Longitud de conductores	
En sentido longitudinal	42 m
En sentido transversal	38 m

3.2.2. Cálculo de la resistencia de la malla

Número de conductores	
En sentido longitudinal	12
En sentido transversal	12
Longitud conductores de malla	960 m
Área cubierta por la malla	1596 m ²
Resistencia de la malla s/MIE RAT – 13	

$$R = \rho \left(\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20} A} \left(1 + \frac{1}{1 + h \sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right)$$

1,18 Ω

3.2.3. Impedancia equivalente de los cables de tierra (línea 66 kv)

Vano medio de la línea	
Resistencia de puesta a tierra en cada apoyo	
Resistencia homopolar del conductor de tierra	
Impedancia homopolar de un vano del cable de tierra	
Impedancia en cadena del cable de tierra	

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCIA OCCIDENTAL

Nº.Colegiado.: 7298
 PRAVIA 0,32 km
 15 Ω
 VISADO Nº : SE2000455
 DE FECHA: 20/10/2020
 1,46 Ω/km
 0,47 Ω

VISADO

Puede consultar la Diligencia de Visado de este documento en la ventanilla única www.coliaoc.com mediante el Código de Validación Telemática: 2SJ2Z6M98CAXPP0X

62

<http://coliaoc.e-visado.net/ZonaPublica/Validar.aspx?cod=2SJ2Z6M98CAXPP0X>





$$Z_s = \frac{1}{2} Z_h + \sqrt{\frac{1}{4} Z_h^4 + Z_h R_a}$$

Z_s = 2,88 Ω

3.2.4. Cálculo de la resistencia total de la P.A.T.

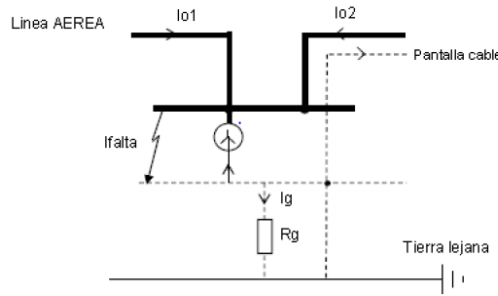
$$R_e = \frac{n}{Z_s} + \frac{1}{R_g}$$

Número de cables de tierra
Resistencia Total de la P.A.T.

1

R_e = 0,84 Ω

3.2.5. Cálculo de la corriente de puesta a tierra



Es la parte de la corriente de defecto a tierra que pasa al terreno a través de la red de tierras y provoca la elevación de potencial en la misma.

Para determinar la corriente de p.a.t en caso de falla interna, se considera la Subestación dentro de una superficie cerrada realizándose la suma de corrientes entrantes y salientes.

Como corrientes entrantes se consideran las corrientes homopolares aportadas por todas las líneas mayoradas para prever la expansión futura.

Como corrientes salientes se considera la corriente de puesta a tierra y las que circulan por las pantallas del cable aislado de 66 kV que se considera un 60% de la corriente de defecto.

- Corrientes homopolares aportadas por las líneas**
- Corrientes a través de la resistencia de p.a.t**
- Corriente cada pantalla de los cables (0,5 seg)**

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCIA OCCIDENTAL

Nº. Colegiado: **4298**
PRAVIA PUGAROLAS, ANTONIO
8,64 kA
3,46 kA
2,59 kA
 VISADO Nº.: SE2000455
 DE FECHA: 20/10/2020

VISADO

Puede consultar la Diligencia de Visado de este documento en la ventanilla única www.coliaoc.com mediante el Código de Validación Telemática: 2SJ2Z6M98CAXPP0X

63

<http://coliaoc.e-visado.net/ZonaPublica/Validar.aspx?cod=2SJ2Z6M98CAXPP0X>





3.2.6. Cálculo de la tensión de malla

En caso de defecto a tierra existirá una elevación de potencial 2890 V

3.2.7. Cálculo del conductor

$$A = \frac{I \times \sqrt{TC \times \alpha \times \rho \times 10.000}}{\sqrt{TCAP \times \ln\left(\frac{K_0 + T_M}{K_0 + T_A}\right)}}$$

Intensidad máxima hacia la red de tierras en valor eficaz
 Tiempo de duración de la falta
 Coeficiente térmico de resistividad a temperatura de ref.
 Coeficiente térmico de resistividad a 0°C
 Resistividad del conductor de tierra a la temperatura de ref.
 Factor de capacidad térmica para el Cu
 Temperatura máxima permisible
 Temperatura ambiente

A = 22,22 mm²
I = 3,46 Ka
 TC = 1 seg
 $\alpha_r = 0,00393 \text{ }^\circ\text{C}$
 $\alpha_0 = 0,00427 \text{ }^\circ\text{C}$
 $\rho_r = 17200 \text{ moh} \times \text{cm}$
 TCAP = 3,42 J/cm³/°C
 Tm = 200°C
 Ta = 35 °C

Sección mínima del conductor s/Reglamento
 Máxima densidad de corriente de acuerdo con MIE-RAT 13
 Sección mínima del conductor Se utilizará cable de

Isth = 160 A/mm²
 S = 22 mm²
 95 mm²

3.2.8. Tensiones de contacto y paso

Tensión máxima de paso calculadas
Tensión máxima de contacto calculada

E s = 300,51 V
E m = 496,55 V

ρ = Resistencia media del terreno
 Ig = Intensidad que circula por la red de tierras

100 Ω
 3,46 Ka

Km = Factor de espaciado de conductores
 Ki = Factor mayorador por efecto de mayor densidad de corriente en los extremos
 Ks = Factor de espaciado de los conductores



3.2.9. Tensiones de contacto de referencia





Tensión máxima aplicable al cuerpo humano

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

t = 0,5 seg

K = 72

n = 1

$$V_{ca} = 144 \text{ V}$$

Resistividad superficial en el interior

$$C_s = 1 - 0,106 \times \left[\frac{(1-p)}{2 \times hs + 0,106} \right]$$

$$C_s = 0,665$$

Resistividad superficial en el exterior

$$ps = 100 \Omega \cdot m$$

Tensiones de paso admisible

$$U_{pa} = \frac{10K}{t^n} \left(1 + \frac{6ps}{1000} \right)$$

$$U_{pa} = 18677 \text{ V}$$

Tensión de contacto admisible

$$U_{pa} = \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{15ps}{1000} \right)$$

$$U_{pa} = 575 \text{ V}$$

CONCLUSIONES

	Interior (V)	Exterior (V)
<i>Ep</i>	301	301
<i>Upa</i>	18677	2304
<i>Em</i>	497	497
<i>Uca</i>	575	166

$$E_p < U_{pa}$$

CUMPLE

$$E_m < U_{ca}$$

CUMPLE

Criterio de aceptación

Para que la tensión de contacto cumpla en el exterior del recinto, se instaló la malla de la Subestación a 1m del perímetro de la malla hacia el interior y conectada a esta.



SOLAR AIRPORT PV S.L.

Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA





Documento visado electrónicamente con número: SE2000455

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCIA OCCIDENTAL

Nº.Colegiado.: 7298
PRAVIA BRUGAROLAS, ANTONIO

VISADO Nº.: SE2000455
DE FECHA: 20/10/2020

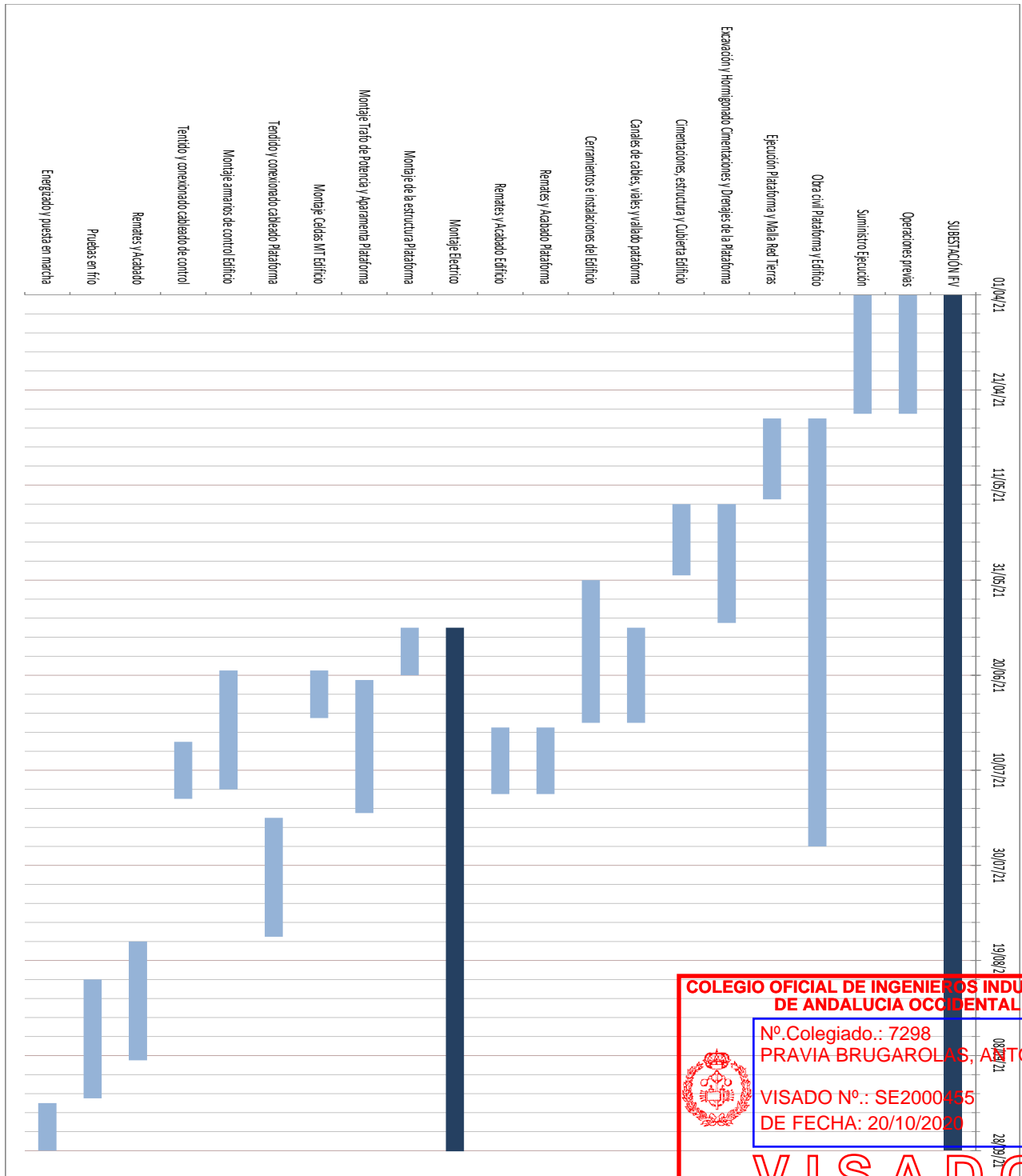
VISADO

Puede consultar la Diligencia de Visado de este documento en la ventanilla única www.coliaoc.com mediante el Código de Validación Telemática: 2SJ2Z6M98CAXPP0X

66
<http://coliaoc.e-visado.net/ZonaPublica/Validar.aspx?cod=2SJ2Z6M98CAXPP0X>



4. Cronograma



Documento visado electrónicamente con número: SE2000455

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA OCCIDENTAL

Nº. Colegiado.: 7298
PRAVIA BRUGAROLAS, ANTONIO

VISADO Nº.: SE2000455
DE FECHA: 20/10/2020

VISADO

Puede consultar la Diligencia de Visado de este documento en la ventanilla única www.coiiaoc.com mediante el Código de Validación Telemática: 2S.J2Z6M98CAXPP0X

67

<http://coiiaoc.e-visado.net/ZonaPublica/Validar.aspx?cod=2S.J2Z6M98CAXPP0X>

5. Presupuesto

UDS.	DESCRIPCIÓN	Precio unitario	Importe
ESTACIÓN TRANSFORMADORA 132 KV / 20 KV			
1.- EQUIPOS ELÉCTRICOS			
1.1.- TRANSFORMADORES DE POTENCIA			
1	Transformador 132/20 kV 50MVA con regulación de carga	350.000,00 €	350.000,00 €
1	Reactancias puestas a tierra	8.500,00 €	8.500,00 €
1.2.- EQUIPOS ELÉCTRICOS 132 KV			
1	Uds. Suministro y montaje de Interruptor de potencia trifásico 132 kV	3.000,00 €	3.000,00 €
1	Uds. Suministro y montaje de Seccionador tripolar con PAT 132 kV	6.500,00 €	6.500,00 €
3	Uds. Suministro y montaje de Transformadores de tensión	4.000,00 €	12.000,00 €
3	Uds. Suministro y montaje de Transformadores de Intensidad	4.500,00 €	13.500,00 €
6	Uds. Suministro y montaje de Pararrayos- autoválvulas 132 kV	2.000,00 €	12.000,00 €
1.3.- EQUIPOS ELÉCTRICOS 20 Kv			
4	Cabinas de líneas	21.700,00 €	86.800,00 €
1	Cabina de medida	23.200,00 €	23.200,00 €
1	Cabinas de transformador de potencia	25.500,00 €	25.500,00 €
1	Cabina de trafo servicios auxiliares	19.000,00 €	19.000,00 €
1.4.- EQUIPOS DE SERVICIOS AUXILIARES			
1	Transformador de servicios auxiliares 20/0,4 kV - 100 kVA	6.000,00 €	6.000,00 €
1	Cuadro general de Corriente Alterna	6.000,00 €	6.000,00 €
1	Rectificador - Baterías 125 Vcc - 100 Ah	9.000,00 €	9.000,00 €
1	Cuadro general de Corriente Continua	5.300,00 €	5.300,00 €
1	Equipos Facturación Energía (Contador)	4.600,00 €	4.600,00 €
1.5.- EQUIPOS DE CONTROL Y PROTECCIONES			
1	Sistema integrado de control y protecciones	34.000,00 €	34.000,00 €
1	Bastidor protecciones 132 MT	17.500,00 €	17.500,00 €
1	Telecomunicaciones	6.500,00 €	6.500,00 €
2.- OBRA CIVIL Y ESTRUCTURA METÁLICA			
1	Movientos de tierra	130.000,00 €	130.000,00 €
1	Zanjas	4.500,00 €	4.500,00 €
1	Cimentaciones	54.700,00 €	54.700,00 €
1	Urbanización y Edificios	120.000,00 €	120.000,00 €
1	Estructura Metálica	20.000,00 €	20.000,00 €
1	Red de tierras	10.000,00 €	10.000,00 €
3.- MONTAJE ELECTROMECAÁNICO			
1	Embarrados y cables	35.000,00 €	35.000,00 €
1	Aparellaje	23.000,00 €	23.000,00 €
1	Control y Protecciones	8.000,00 €	8.000,00 €
1	Alumbrado	8.300,00 €	8.300,00 €
1	Pruebas	8.400,00 €	8.400,00 €
4.- SEGURIDAD Y SALUD			
1	Protecciones, señalizaciones	3.800,00 €	3.800,00 €
5.- INGENIERÍA Y LEGALIZACIÓN			
1	Proyecto de detalle y dirección facultativa	10.000,00 €	10.000,00 €
TOTAL PRESUPUESTO			1.084.600,00 €

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCIA OCCIDENTAL

Nº Colegiado: 7208
PRÁVIA BRUGAROLAS, ANTONIO

VISADO Nº 3.800.000.455
DE FECHA: 20/10/2020

VISADO

68

Puede Consultar la Diligencia de Visado de este documento en la ventanilla única www.coliaoc.com mediante el Código de Validación Telemática: 2SJ2Z6M98CAXPP0X

<http://coliaoc.e-visado.net/ZonaPublica/Validar.aspx?cod=2SJ2Z6M98CAXPP0X>

SOLAR AIRPORT PV S.L.

Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA

VISADO VÁLIDO PARA
LEGALIZACIONES
VISADO NO VÁLIDO PARA
-CONSTRUCCIÓN-



6. Conclusión

La presente memoria y los documentos, que se acompañan, creemos, serán elementos suficientes para poder formar juicio exacto de la instalación proyectada, y pueda servir para la tramitación del expediente de autorización, que se desea obtener.

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455



SOLAR AIRPORT PV S.L.
Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA





7. Planos

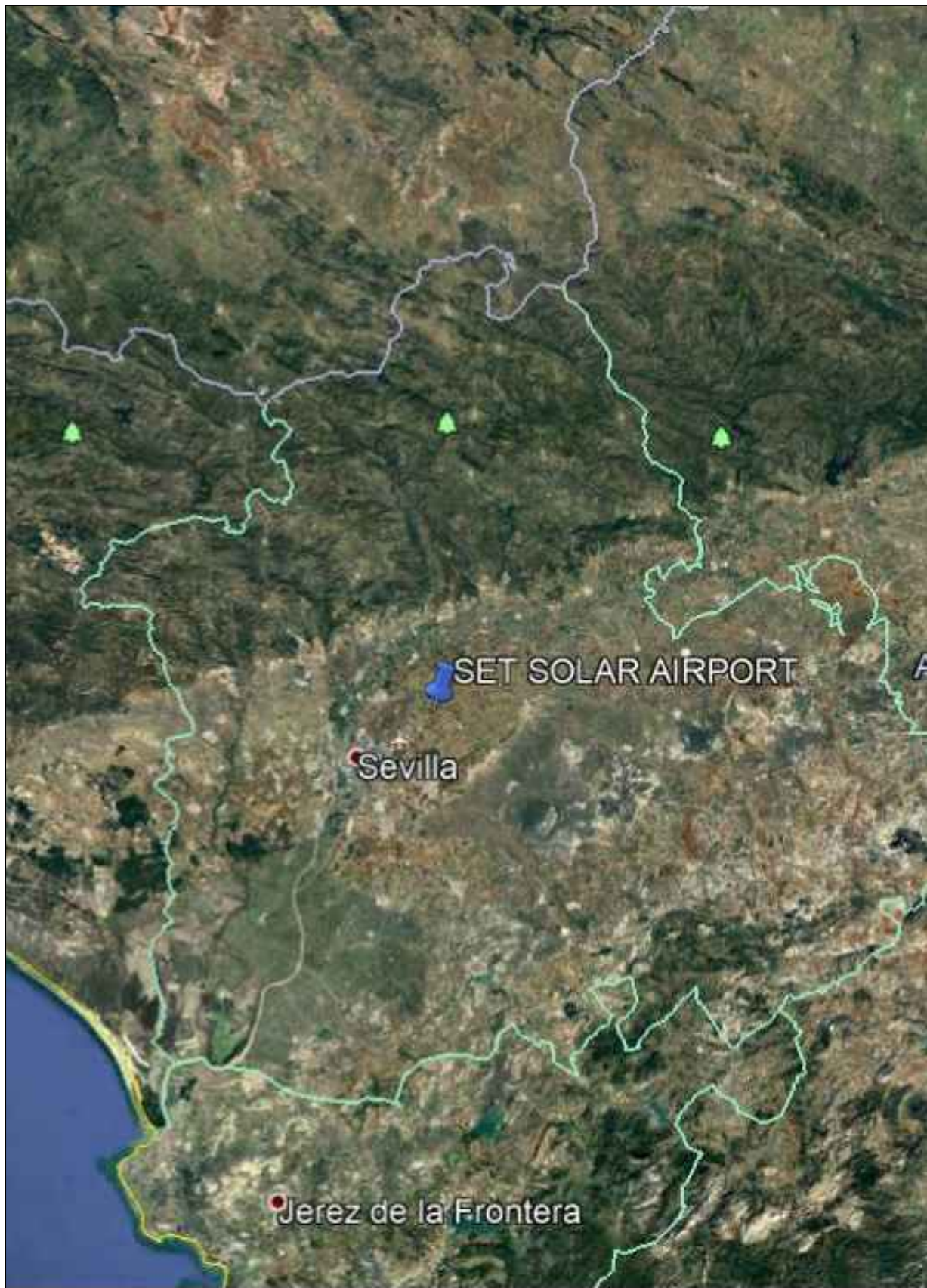
1. Situación SET Solar Airport
2. Emplazamiento SET Solar Airport
3. Planta SET Solar Airport
4. Alzado SET Solar Airport
5. Esquema Unifilar Continua
6. Esquema SET Solar Airport
7. Esquema Funcional SET Solar Airport

Documento visado electrónicamente con número: SE2000455



SOLAR AIRPORT PV S.L.
Avda. Charles Darwin S/N Pabellón Monorraíl – 41092 SEVILLA





COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
DE ANDALUCIA OCCIDENTAL
Nº.Colegiado.: 7298
PRAVIA BRUGAROLAS, ANTONIO
VISADO Nº.: SE2000455
DE FECHA: 20/10/2020



VISADO



ANTONIO PRAVIA BRUGAROLAS
www.ccoiaoc.com mediante el Código de Validación
Telemático SOLAR AIRPORT PV S. L.

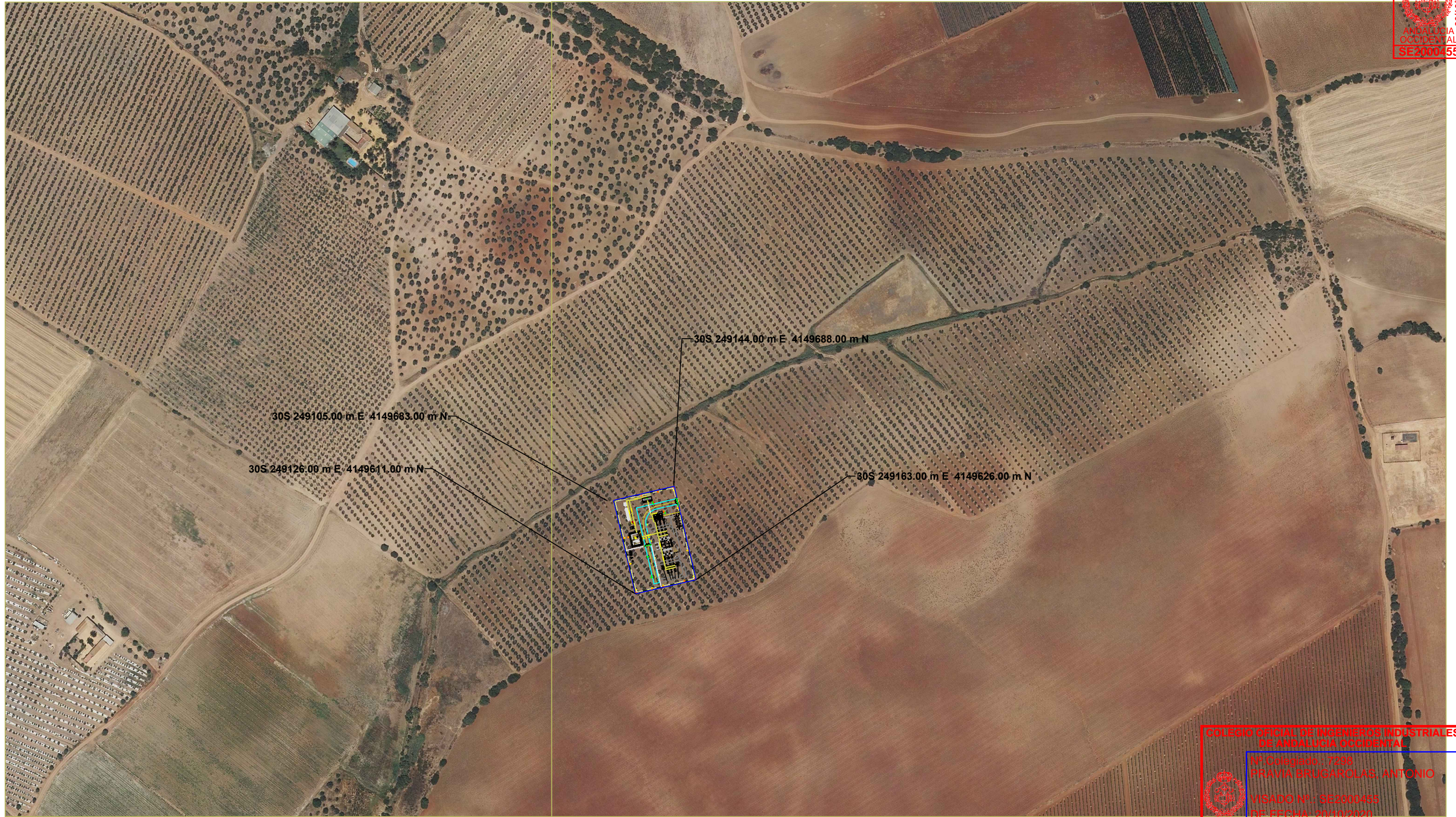


Sello:

SOLAR AIRPORT PV

SITUACIÓN
SET SOLAR AIRPORT
LEGALIZACIONES
VISADO NO VÁLIDO PARA
-CONSTRUCCIÓN-

1



COLEGIO CÍVIL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
DE ANDALUCIA OCCIDENTAL
Nº Colegiado: 7298
PRAVIA BRUGAROLAS, ANTONIO
VISADO Nº: SE2000455
DE FECHA: 26/10/2020



Autor: ANTONIO PRAVIA BRUGAROLAS



Puede consultar la Diligencia de Visado de este documento en la
ventana única www.coiiaoc.com mediante el Código de Validación
Telemática: 2S/JZ6M98CAXPPOX

<http://coiiaoc.e-visado.net/ZonaPublica/Validar.aspx?cod=251226M98CAXPPOX>



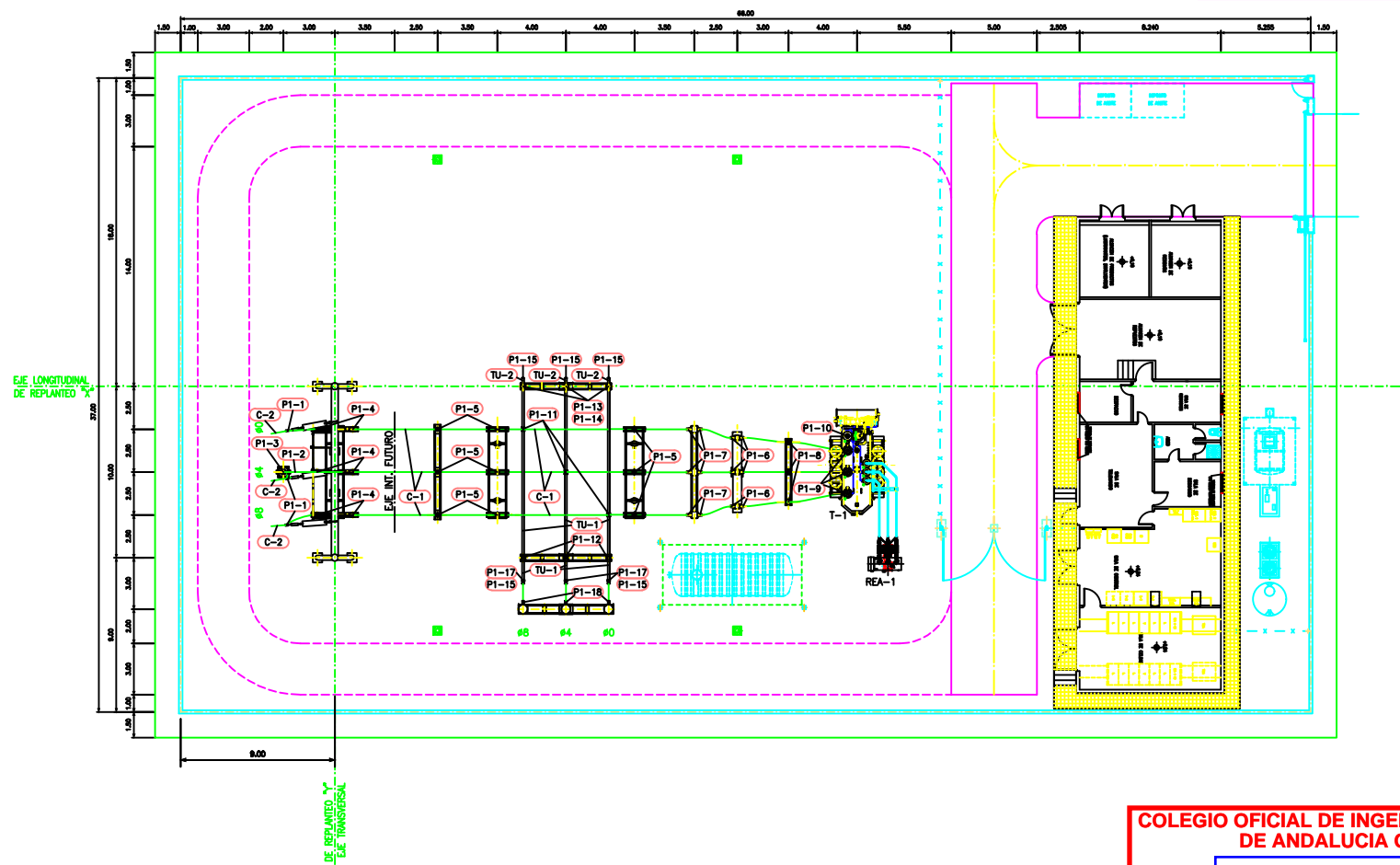
Sello:

SOLAR AIRPORT PV

EMPLAZAMIENTO
SET SOLAR AIRPORT
VISADO VÁLIDO PARA
LEGALIZACIONES
VISADO NO VÁLIDO PARA
-CONSTRUCCIÓN-

2

RELACION DE CONDUCTORES		
POS.	CANT.	DENOMINACION
C-1	150 m	CABLE DE ALUMINIO TIPO "ARBUS" # 25,04mm
C-2	-----	CABLE DE ALUMINIO-ACERO TIPO "LA-280" # 21,80 mm
TU-1	36m	TUBO DE ALUMINIO #100/90 mm (EN TRAMOS DE 12 m)
TU-2	1,5m	TUBO DE ALUMINIO #100/90 mm (EN TRAMOS DE 0,5 m)



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCIA OCCIDENTAL

NO AS
 Nº. Colegiado.: 7298
 PRAVIA BRUGAROLAS, ANTONIO

PLANO DE REPLANTADO
 VISADO Nº.: SE2000455
 20/10/2020

929208 SECCIONES GENERALES DE ENLACADOS Y PIEZAS DE CONEXION
 929208 PIEZAS DE MARRA Y CONEXION DE 132 kV
 929209 PIEZAS DE MARRA Y CONEXION DE 20 kV

ESC. 1:200

VISADO

Puede consultar la Diligencia de Visado de este documento en la ventanilla única www.coliaoc.com mediante el Código de Validación Telemática: 2SJ2Z6M98CAXPP0X

<http://coliaoc.e-visado.net/ZonaPublica/Validar.aspx?cod=2SJ2Z6M98CAXPP0X>

SOLAR AIRPORT PV

Sello:

Autor: ANTONIO PRAVIA BRUGAROLAS

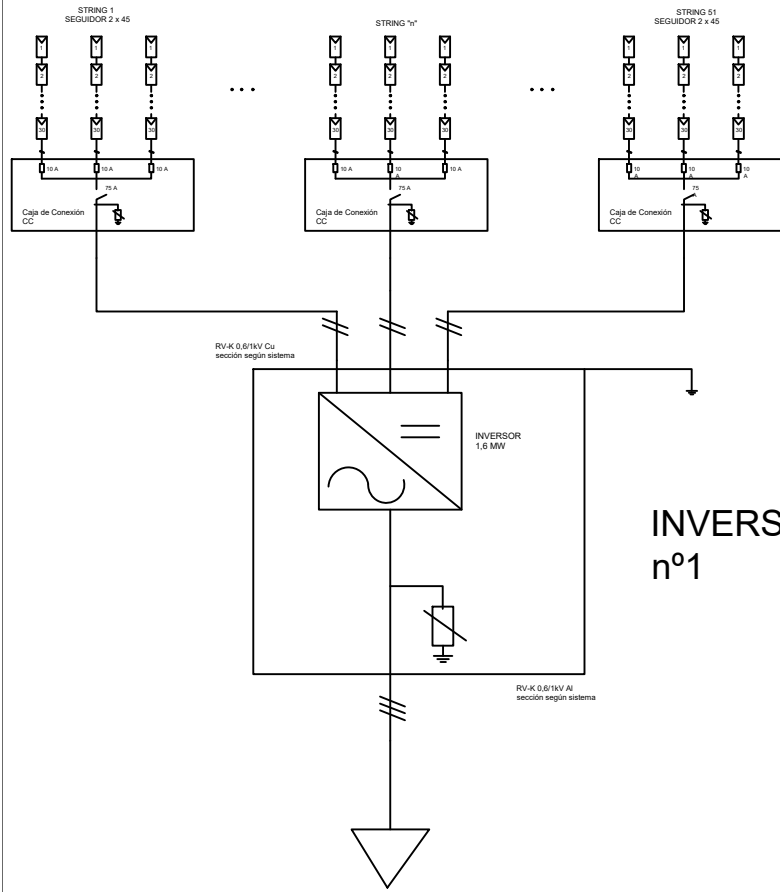
Colectivo:

VISADO VALIDO PARA LEGALIZACIONES

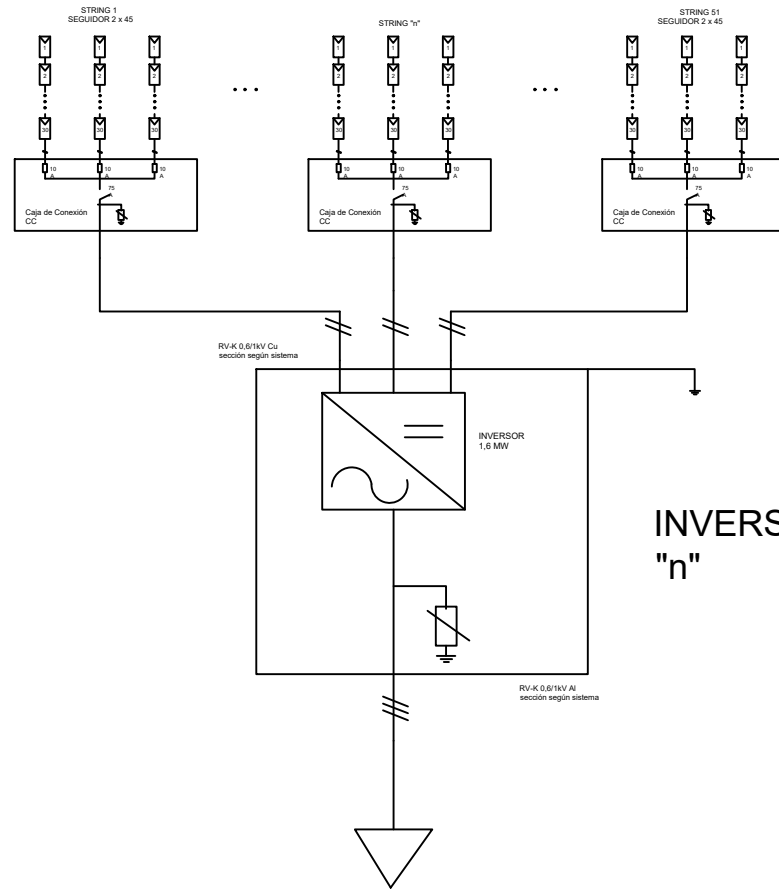
PLANTA DE REPLANTADO
 VISADO VALIDO PARA CONSTRUCCION

documento visado electrónicamente con número: SE2000455

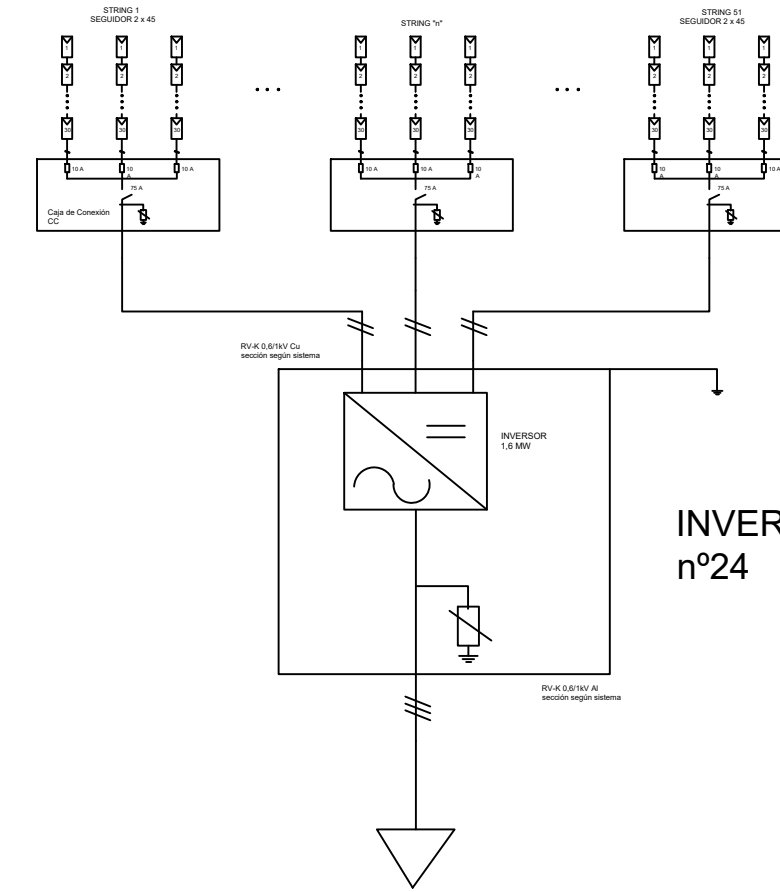
20/10/2020



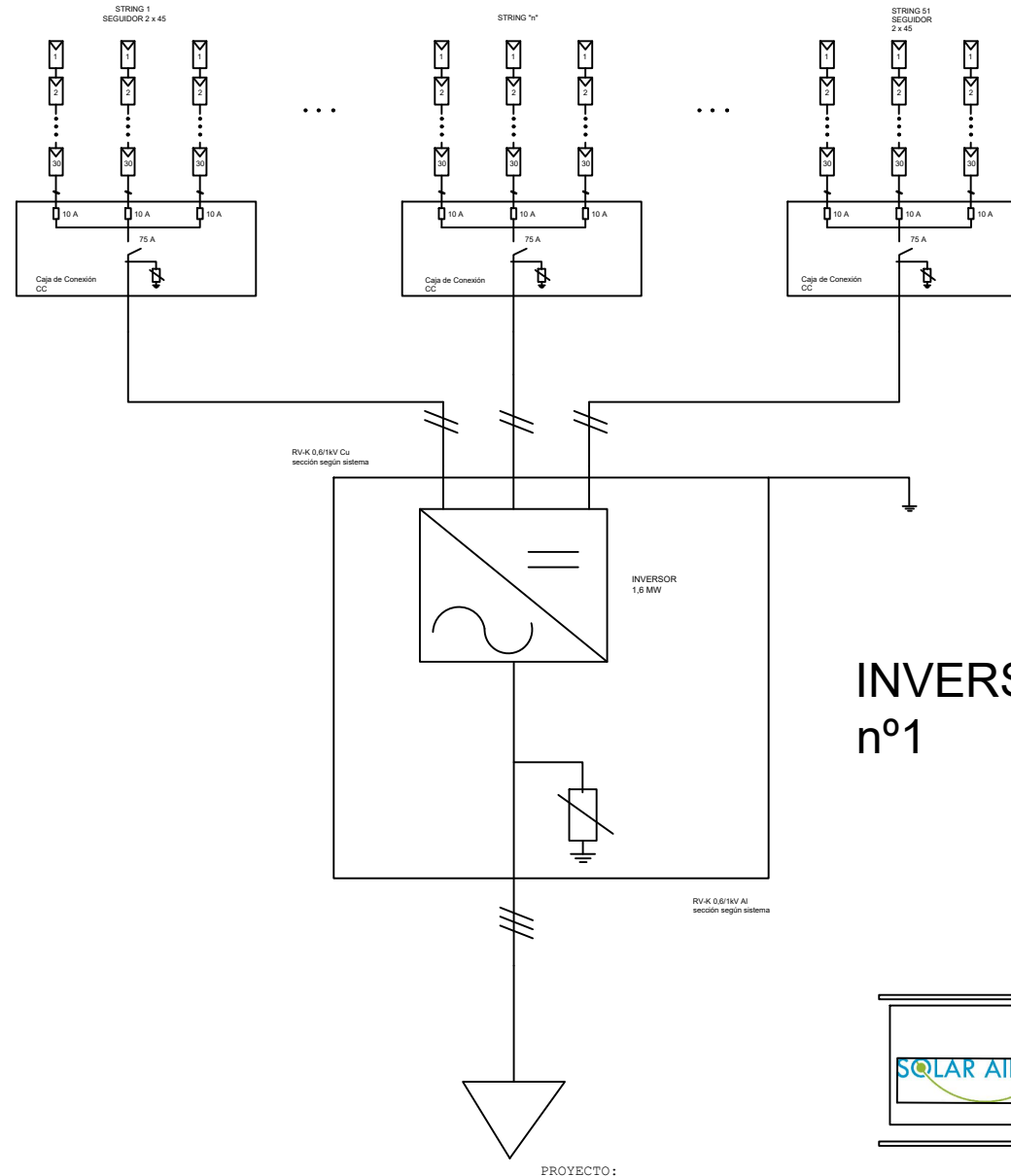
INVERSOR
n°1



INVERSOR
'n'



INVERSOR
n°24



INVERSOR
n°1

Leyenda de símbolos	
Símbolo	Descripción
	Seccionador
	Interruptor-seccionador
	Interruptor-seccionador con fusible
	Fusible
	Interruptor automático diferencial
	Interruptor automático
	Amperímetro
	Varistor decargador sobretensiones
	Módulo solar fotovoltaico
	Toma de tierra
	Inversor CC/CA



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCIA OCCIDENTAL

Nº.Colegiado.: 7298
PRAVIA BRUGAROLAS, ANTONIO

VISADO Nº.: SE2000455
DE FECHA: 20/10/2020

VISADO

Puede consultar la Diligencia de Visado de este documento en la ventanilla única www.coliaoc.com mediante el Código de Validación Telemática: 2S1Z26M98CAAPPOX

<http://coliaoc.com/validador.aspx?cod=2S1Z26M98CAAPPOX>

ANTONIO PRAVIA BRUGAROLAS

Sello:

Promotor: SOLAR AIRPORT PV

Plano: ESQUEMA UNIFILAR CONTINUA

SOLAR AIRPORT PV

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCIA OCCIDENTAL

Nº.Colegiado.: 7298
PRAVIA BRUGAROLAS, ANTONIO

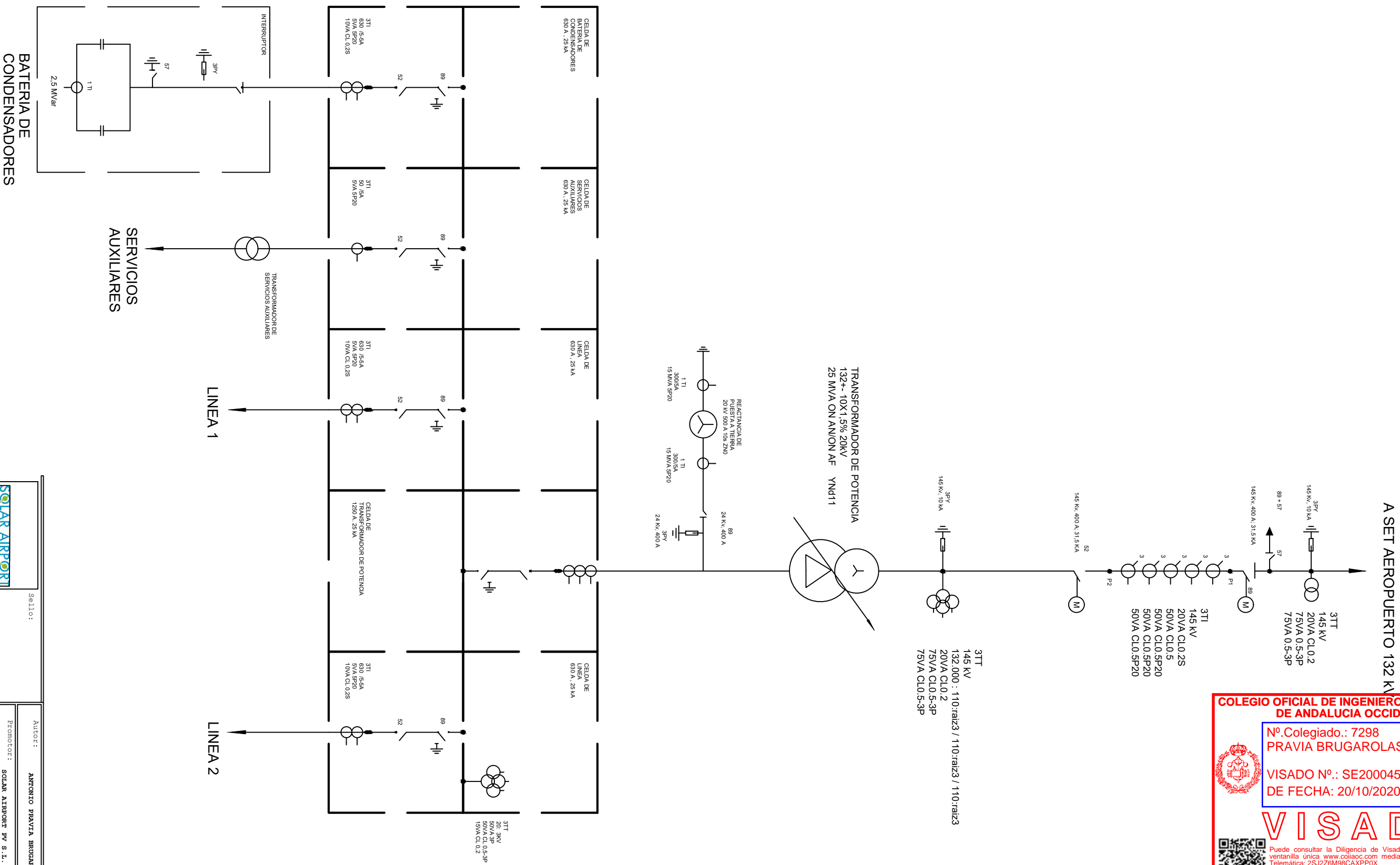
VISADO Nº.: SE2000455
DE FECHA: 20/10/2020

VISADO

Puede consultar la Diligencia de Visado de este documento en la ventanilla única www.coiiaoc.com mediante el Código de Validación Telemática: 2S/JZ26M98CAXPPOX

<http://coiiaoc.e-visado.net/ZonaPublica/Validar.aspx?cod=2S.JZ26M98CAXPPOX>

VISADO VÁLIDO PARA
LEGALIZACIONES
VISADO NO VÁLIDO PARA
-CONSTRUCCIÓN-



SELLLO: 

Autor: ANTONIO PRAVIA BRUGAROLAS
Proyectista: SOLAR AIRPORT PV S.L.
Plano: UNIFIAR
SEPT 132KV
Nº: 6

