



# HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICA



## Instituciones:

Firma Institución:

Firma Institución:

Firma Institución:

Firma Institución:

## Ingenieros:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Nº. Colegiado/a:

Nº. Colegiado/a:

Firma Colegiado/a:

Firma Colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Nº. Colegiado/a:

Nº. Colegiado/a:

Firma Colegiado/a:

Firma Colegiado/a:

En caso de que el trabajo que se adjunta no estuviera sometida a visado obligatorio, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 13 de la Ley 2/1974 de Colegios Profesionales, el Colegiado hace constar que ha obtenido el consentimiento previo de su Cliente para proceder al visado.

EXTRACAPEX 2018: **SG.00900**

## PROYECTO DE:

**ADECUACIÓN L.A.M.T. (20kV) EXISTENTE LÍNEA “OTURA-ALHENDÍN”,  
DERIVACIONES CT 58610 “REPETIDOR” y CT 54246 “ARENAL”  
MEDIANTE NUEVA LAMT S/C CONDUCTOR 47AL1/8-ST1A (LA56)  
CON SOTERRAMIENTOS DE TRAMOS URBANIZADOS.**SITO DESDE URB.LA QUINTA, POR PJE. JUNCALILLO, PJE. PANDERONES Y PJE MONTEVIVES,  
EN T.M. DE ALHENDÍN (GRANADA)

Coordenadas UTM30 – ETRS89	X	Y	Huso
PASO A/S CD 54283 “LA.QUINTA”	441.202	4.106.478	30
ENTRONQUE CD 58610 “REPETIDOR”	438.604	4.106.944	30
CD 54246 “ARENAL”	480.240	4.128.385	30

**Según Proyecto Tipo APY10003  
Líneas Aéreas de Media Tensión**Expte Reg.Admtva Industria:  
**13225 / AT**Tarea Ingeniería:  
**484.292**

Solicitud NNSS:

Documentación GOM:

Trabajo GOM:  
**86EBAD**Proyecto Número:  
**GR-P-371**

AUTOR:

D. Alejandro Rey-Stolle Degollada

Col. 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Oriental.

**EXTRACAPEX 2018: SG.00900****PROYECTO DE:****ADECUACIÓN L.A.M.T. (20kV) EXISTENTE LÍNEA “OTURA-ALHENDÍN”,  
DERIVACIONES CT 58610 “REPETIDOR” y CT 54246 “ARENAL”  
MEDIANTE NUEVA LAMT S/C CONDUCTOR 47AL1/8-ST1A (LA56)  
CON SOTERRAMIENTOS DE TRAMOS URBANIZADOS.**SITO DESDE URB.LA QUINTA, POR PJE. JUNCALILLO, PJE. PANDERONES Y PJE MONTEVIVES,  
EN T.M. DE ALHENDÍN (GRANADA)

Coordenadas UTM30 – ETRS89	X	Y	Huso
PASO A/S CD 54283 “LA.QUINTA”	441.202	4.106.478	30
ENTRONQUE CD 58610 “REPETIDOR”	438.604	4.106.944	30
CD 54246 “ARENAL”	480.240	4.128.385	30

**PARA AYUNTAMIENTO DE ALHENDÍN****AUTOR:****D. Alejandro Rey-Stolle Degollada**  
Col. 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Oriental.

Proyecto Número:

**GR-P-371**

Tarea Ingeniería:

**484.292**

**EXTRACAPEX 2018: SG.00900****PROYECTO DE:****ADECUACIÓN L.A.M.T. (20kV) EXISTENTE LÍNEA “OTURA-ALHENDÍN”,  
DERIVACIONES CT 58610 “REPETIDOR” y CT 54246 “ARENAL”  
MEDIANTE NUEVA LAMT S/C CONDUCTOR 47AL1/8-ST1A (LA56)  
CON SOTERRAMIENTOS DE TRAMOS URBANIZADOS.**SITO DESDE URB.LA QUINTA, POR PJE. JUNCALILLO, PJE. PANDERONES Y PJE MONTEVIVES,  
EN T.M. DE ALHENDÍN (GRANADA)

Coordenadas UTM30 – ETRS89	X	Y	Huso
PASO A/S CD 54283 “LA.QUINTA”	441.202	4.106.478	30
ENTRONQUE CD 58610 “REPETIDOR”	438.604	4.106.944	30
CD 54246 “ARENAL”	480.240	4.128.385	30

**PARA AYUNTAMIENTO DE LA MALAHÁ****AUTOR:****D. Alejandro Rey-Stolle Degollada**  
Col. 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Oriental.

Proyecto Número:

**GR-P-371**

Tarea Ingeniería:

**484.292**

## APY10001

### Documentos contenidos en el Proyecto

APY10001	Documentos contenidos en el proyecto
	Hoja de características
APY10003	Memoria
APY10004	Cálculos Justificativos y Tablas resultantes
	Estudio Básico de Seguridad y Salud
APY10005	Pliego de Condiciones
APY10009	Gestión de Residuos
APY10012	Planos
	Renuncia a Dirección de Obra

## HOJA DE CARACTERÍSTICAS

**Peticionario:** Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.  
**Domicilio:** C/ Escudo del Carmen nº 31, C.P. 18009 en Granada.

### INSTALACIÓN

Adecuación LAMT Existente, Línea Otura-Alhendín 20kV, Derivacion Montevive, en T.M. de Alhendín y La Malahá.

### EMPLAZAMIENTO

Desde Urb.La Quinta, por Paraje Juncalillo, Paraje Panderones, Tinajuela y Paraje Montevives, en T.M. Alhendín y La Malahá (Granada)

Coordenadas UTM30 – ETRS89	X	Y	Huso
PASO A/S CD 54283 “LA.QUINTA”	441.202	4.106.478	30
ENTRONQUE CD 58610 “REPETIDOR”	438.604	4.106.944	30
CD 54246 “ARENAL”	480.240	4.128.385	30

### FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN:

Adecuación LAMT existente “Otura-Alhendín” 20kV, en zona Montevive, desde CD “La.Quinta” a derivaciones a CD “Repetidor” y a CD “Arenal”.

### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

#### En aéreo:

**Longitud:** 2.650m de sustitución de tendido aéreo  
**Conductor:** 47AL1/8-ST1A (antiguo LA-56)  
**Apoyos:** 18 Ud. de nuevos apoyos de Celosía metálica galvanizada R.U. en S/C y montaje al Tresbolillo, con separación de conductores 2,40m. Aislamiento polimérico L> 1m.

#### En subterráneo:

**Canalización:** 761m de nueva zanja M.T. (2T MT) y Arquetas prefabricadas de hormigón  
**Circuito:** 809 m de nuevo tendido bajo tubo conductor Aluminio tipo RH5Z1 18/30 kV 3x1x240 AL

### PRESUPUESTO TOTAL.

Presupuesto Total: 135.062,39 €

### ORGANISMOS AFECTADOS

- Ayuntamiento de Alhendín: 2.617m de tendido y 17 apoyos
- Ayuntamiento de La Malahá: Parte del último vano, 33,19m de tendido aéreo y 1 apoyo
- Confederación Hidrográfica del Guadalquivir: Barrancos “Arenal”, “Del Lebrillo” y “La Tinajuela”
- R.E.E.: reforma de cruzamiento existente con Línea de transporte a 220kV. “Gabias-Benahadux”
- ENAGAS: reforma de cruzamiento con gasoducto existente “Granada-Motril”.

D. Alejandro Rey Stolle Degollada  
 Ingeniero Industrial Col. 2116 de Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Oriental





# APY10003

## Memoria

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>OBJETO</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>ÁMBITO DE APLICACIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>INSTALACIONES COMPRENDIDAS EN EL PROYECTO</b> .....	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA Y LEGALIZACIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA</b> .....	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>EMPLAZAMIENTO</b> .....	<b>8</b>
<b>8</b>	<b>ORGANISMOS AFECTADOS.</b> ....	<b>8</b>
<b>9</b>	<b>RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS</b> .....	<b>9</b>
<b>10</b>	<b>CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO</b> .....	<b>9</b>
10.1	GENERALIDADES .....	9
10.2	TENSIÓN NOMINAL Y NIVEL DE AISLAMIENTO .....	10
<b>11</b>	<b>ELEMENTOS DE LAS LÍNEAS AÉREAS DE MT</b> .....	<b>11</b>
11.1	APOYOS.....	11
	Tipologías de apoyo.....	11
11.2	RELACION DE APOYOS PROYECTADOS. ....	12
11.3	ARMADOS.....	13
	Semicrucetas atirantadas .....	13
	Crucetas de bóveda.....	13
	Dimensiones de los apoyos y armados .....	13
11.4	CONDUCTORES ELÉCTRICOS .....	14
11.5	AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....	14
11.6	CABLES DE FIBRA ÓPTICA AUTOSOPORTADOS (ADSS).....	15
11.7	HERRAJES .....	15
	Herrajes para los conductores eléctricos.....	16
	Herrajes para los cables de fibra óptica autosoportados (ADSS) .....	16
11.8	EMPALMES EN EL CONDUCTOR ELÉCTRICO .....	17
11.9	PIEZAS DE CONEXIÓN .....	17
	Terminales.....	17
	Piezas de Derivación.....	17
11.10	CAJAS DE EMPALME PARA CABLES DE FIBRA ÓPTICA AUTOSOPORTADOS (ADSS).....	17
11.11	DISPOSITIVOS ANTIESCALAMIENTO .....	18
11.12	ACCESORIOS .....	18
	Amortiguadores para los conductores eléctricos .....	18



Amortiguadores para los cables ADSS .....	9
Dispositivos de protección avifauna.....	9
6.1.1.1. Salva pájaros.....	19
6.1.1.2. Otros dispositivos .....	19
Balizas 19	
Placas de señalización.....	19
11.13 APARAMENTA .....	20
11.14 PROTECCIONES.....	21
Protección de sobretensiones .....	21
<b>12 CIMENTACIONES .....</b>	<b>21</b>
<b>13 PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS.....</b>	<b>21</b>
13.1 ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA .....	22
13.2 LÍNEA DE TIERRA.....	22
13.3 CLASIFICACIÓN DE LOS APOYOS SEGÚN SU UBICACIÓN .....	23
13.4 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA .....	24
Apoyos no frecuentados.....	24
Apoyos frecuentados .....	25
<b>14 MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA .....</b>	<b>25</b>
14.1 AMBITO DE APLICACIÓN (ART. 3) .....	25
14.2 MEDIDAS ANTIELECTROCUCION .....	27
14.3 OTRAS CONSIDERACIONES .....	27
<b>15 DISTANCIAS DE SEGURIDAD .....</b>	<b>27</b>
15.1 DISTANCIA DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO PARA EVITAR DESCARGAS .....	28
15.2 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS ENTRE SÍ.....	28
15.3 DISTANCIAS DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA AUTOSOPORTADO (ADSS) Y DE SUS HERRAJES EN EL APOYO .....	29
15.4 DISTANCIAS DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO, CAMINOS, SENDAS Y A CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES .....	29
15.5 DISTANCIAS A OTRAS LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS O LÍNEAS AÉREAS DE TELECOMUNICACIÓN.....	29
Cruzamientos .....	30
Paralelismos.....	31
15.6 DISTANCIA A CARRETERAS .....	32
Cruzamientos .....	32
15.7 DISTANCIAS A FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR .....	32
Cruzamientos .....	32
15.8 DISTANCIAS A FERROCARRILES ELECTRIFICADOS, TRANVÍAS Y TROLEBUSES .....	32
Cruzamientos .....	33



15.9 DISTANCIAS A TELEFÉRICOS Y CABLES TRANSPORTADOS .....	33
15.10 DISTANCIAS A RÍOS Y CANALES, NAVEGABLES O FLOTABLES .....	33
Cruzamientos .....	33
15.11 PASO POR BOSQUES Y MASAS DE ARBOLADO .....	33
15.12 DISTANCIAS A EDIFICIOS, CONSTRUCCIONES Y ZONAS URBANAS .....	34
15.13 DISTANCIAS A GASEODUCTO.....	34
<b>16 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. PLAN DE SEGURIDAD.....</b>	<b>35</b>
<b>17 NORMATIVA DE REFERENCIA .....</b>	<b>35</b>
17.1 NORMAS EDE: .....	35
17.2 NORMAS UNE, EN, IEC: .....	36
17.3 NORMAS UIT-T:.....	37
<b>18 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA M.T.....</b>	<b>37</b>
18.1 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO .....	37
18.2 DISPOSICIÓN FÍSICA DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA.....	38
18.3 ESQUEMA DE CONEXIÓN.....	38
18.4 LÍNEA ALIMENTADORA .....	38
Cable aislado de potencia.....	39
18.4.1.1. Descripción del cable .....	39
18.4.1.2. Conductor .....	40
18.4.1.3. Semiconductor interior .....	40
18.4.1.4. Aislamiento .....	40
18.4.1.5. Pantallas semiconductor externa .....	40
18.4.1.6. Pantalla sobre el conductor.....	41
18.4.1.7. Pantalla sobre el aislamiento.....	41
18.4.1.8. Cubierta exterior no metálica .....	41
Terminales.....	41
18.4.1.9. Terminales apantallados de interior .....	41
18.4.1.10. Terminales de exterior termorretráctil .....	42
Empalmes.....	42
Autoválvulas-pararrayos.....	43
Tubos de polietileno .....	44
<b>19 CONCLUSION.....</b>	<b>44</b>

## 1 Introducción

El presente documento constituye la memoria del Proyecto Tipo de ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, (en adelante EDE), aplicable al diseño de Líneas Aéreas de Media Tensión de simple o doble circuito y de tensión nominal igual o inferior a 30 kV (3ª categoría).

## 2 Objeto

**El objeto del presente proyecto es exponer ante los Organismos Competentes las características de la adecuación de un tramo de LAMT 20kV existente, proyectándose sustituir sus apoyos y conductor, reuniéndose pues las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha instalación**

La finalidad de éste Proyecto Tipo (en adelante PT) es establecer y justificar las características generales de diseño, cálculo y construcción que deben reunir las Líneas Aéreas de Media Tensión (en adelante LAMT) destinadas a formar parte de las redes de distribución de EDE en el territorio español, siendo de aplicación tanto para las instalaciones construidas por EDE como para las construidas por terceros y cedidas a ella.

Las instalaciones que se proyecten con alguna variación respecto al presente proyecto tipo, necesitarán una justificación por parte del proyectista y el acuerdo previo con EDE.

De acuerdo a lo indicado en el apartado 2.1.1 *Generalidades* de la ITC-LAT 07, las líneas eléctricas pueden usarse como soporte de cables dieléctricos autosoportados de telecomunicaciones (ADDS), por lo que en el presente PT también se contempla la posibilidad de instalar este tipo de cables en aquellas instalaciones en las que se considere necesario. En cualquier caso el diseño y los cálculos definidos en el proyecto posibilitarán la futura instalación del cable de Fibra Óptica ADSS sin modificaciones adicionales.

El Proyecto Tipo servirá de base para la ejecución de las obras por parte de EDE, y para elaborar el *proyecto simplificado* que se diligenciará ante la Administración competente para la tramitación de las preceptivas Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de construcción de cualquier LAMT. En dicho proyecto se incluirán las características particulares de la instalación y se hará constar que su diseño se ha realizado de acuerdo al presente PT.

## 3 Ámbito de aplicación

El presente Proyecto Tipo será de aplicación a todos los proyectos de nuevas líneas aéreas de media tensión con conductor desnudo, de simple o doble circuito.

En las modificaciones y repotenciaciones de líneas existentes sólo será de aplicación a aquellos elementos que vayan a ser reemplazados en toda la línea y siempre que sean compatibles con la configuración de la misma en la parte que permanezca inalterada.

## 4 Instalaciones comprendidas en el proyecto

Este proyecto trata de realizar la sustitución de conductor y apoyos de la LAMT 20kV “Otura-Alhendín”, en la zona conocida como “Montevive”, en sus derivaciones a los CDs 58610 “Repetidor” y 54246 “Arenal”, así como el soterrado de aquellos tramos que sobrevolaban construcciones ya urbanizadas/bles.

El conductor aéreo será 47AL1/8-ST1A (antiguo LA-56) y el conductor subterráneo será RH5Z1 18/30 kV 3x1x240 AL

Contiene:

- 2.650 m sustitución Línea Aérea M.T. en Simple Circuito, conductor LA-54,6,
- 18 Ud. de nuevos apoyos de celosía metálica galvanizada RU, semicrucetas al TB con separación de fases 2,40m y longitud 1,50m y puesta a tierra (3 Frecuentados y 15 Normal)
- 4 Pasos Aéreo subterráneo
- 761 m de nueva zanja bajo calzada, con 2 tubos MT 200mm PE y arquetas prefabricadas de hormigón tipo A1 y A2.
- 809 m de Línea subterránea M.T. conductor RH5Z1 18/30 kV 3x1x240 AL

## 5 Tramitación administrativa y legalización

La tramitación administrativa para legalizar las instalaciones descritas ante la Consejería de Empleo, Empresa y Comercio de la Junta de Andalucía, en la Delegación Territorial de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo en Granada se hará según el R.D. 1955/2000 y Decreto 9/2011.

Los antecedentes de la Línea “Otura-Alhendín” a reformar está en el Expte de Regulación Administrativa conforme RD 337/2014 número 13.225 / AT.

También, se tienen 2 afecciones a la Autovía A-44 en construcción, habiéndose soterrado bajo la Autovía durante la construcción de la misma, siendo:

- Afección 002 Autovía A-44: Autorización Admtva nº 13565/AT
- Afección 003 Autovía A-44: Autorización Admtva nº 13567/AT.

## 6 Reglamentación y Normativa

Para la redacción del presente Proyecto Tipo se ha tenido en cuenta la siguiente reglamentación y normativa vigente:

### Estatales

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico y disposiciones adicionales no derogadas de la antigua Ley 54/1997, del sector eléctrico.
- Ley 32/2014, de Metrología.
- R.D. 222/2008. Establece régimen retributivo actividad de distribución energía eléctrica.
- R.D. 1955/2000, regulación de las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica y Decreto 9/2011 que modifica algunas de sus normas.
- R.D. 223/2008. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus ITCs LAT 01 a 09.
- R.D. 337/2014. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus ITCs, ITC-RAT 01 a 23.
- R.D. 1432/2008, de 29 de agosto. Medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- R.D. 560/2010. Modifica diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial.
- Normas UNE, UNESA, ONSE Y ENDESA para materiales e instalaciones eléctricas.
- Ley 21/2013, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 31/1995, de Prevención de riesgos laborales, y Reglamentos que desarrollan dicha Ley, y modificaciones, entre otros: R.D. 39/1997 Reglamento de los servicios de prevención, R.D. 1627/1997 sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras, R.D. 598/2015, R.D. 337/2010, R.D. 604/2006, R.D. 486/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, R.D. 485/1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, R.D. 1215/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, R.D. 773/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, R.D. 614/2001, sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 32/2006, de subcontratación en el sector de la construcción, R.D. 1109/2007 que desarrolla la ley 32/2006, Orden de 22-11-2007 que desarrolla el procedimiento de habilitación del libro de subcontratación y R.D. 337/2010 que modifica el R.D.1109/2007, y modificaciones.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- Orden FOM/1382/2002, de 16 mayo, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes a la construcción de explanaciones, drenajes y cimentaciones.
- Normas UNE, UNESA, ONSE Y ENDESA para materiales e instalaciones eléctricas.
- Real Decreto 1048/2013, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de la distribución de energía eléctrica.
- Orden IET/2660 / 2015, de 11 de diciembre, por la que se aprueban las instalaciones tipo y los valores unitarios de referencia de inversión, de operación y mantenimiento por elemento de inmovilizado.

## Comunidad Autónoma de Andalucía

- Ley 7/2007. Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Decreto 5/2012. Regulación de la Autorización Ambiental Integrada.
- Decreto 356/2010, que regula la Autorización Ambiental Unificada y sus modificaciones surgidas en el Decreto 5/2012.
- Decreto 297/1995. Reglamento de Calificación Ambiental.
- Ley 3/2014, de 1 de octubre, de medidas normativas para reducir las trabas administrativas para las empresas.
- Decreto 9/2011, de 18 de enero, por el que se modifican diversas Normas Regulatoras de Procedimientos Administrativos de Industria y Energía.
- Decreto 178/2006, de 10-10-2006. Normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión
- Resolución de 5 de mayo de 2005. Normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad de Endesa, en Andalucía y modificaciones.
- Decreto 59/2005 de 1 de marzo por el que se regula el procedimiento para la instalación, ampliación, traslado y puesta en funcionamiento de los establecimientos industriales, así como el control, responsabilidad y régimen sancionador de los mismos con desarrollo y modificaciones en: Orden de 27-05-2005, Orden de 05-10-2007, Orden de 05-03-2013, Resolución de 09-05-2013 y Resolución de 16-06-2015 donde se modifican la comunicación de puesta en funcionamiento de establecimientos e instalaciones industriales y las fichas técnicas descriptivas de instalaciones industriales a las que se contrae la presente resolución, contenidas en los Anexos I y II de la Orden de 5 de marzo de 2013.
- Plan general Municipal de ordenación urbana.

## 7 Emplazamiento

La línea Subterránea a ejecutar discurre por casco urbano de la Urbanización La Quinta, así como la Urbanización El Arenal. La Línea Aérea transita por el Paraje Juncalillo, Pje. Panderones, La Tinajuela y Pje Montevives, en TT.MM. de Alhendín y de La Malahá (Granada)

Coordenadas UTM30 – ETRS89	X	Y	Huso
PASO A/S CD 54283 “LA.QUINTA”	441.202	4.106.478	30
ENTRONQUE CD 58610 “REPETIDOR”	438.604	4.106.944	30
CD 54246 “ARENAL”	480.240	4.128.385	30

## 8 Organismos afectados.

En la presente reforma se tendrá afección a:

- Ayuntamiento de Alhendín: 2.617m de tendido y 17 apoyos
- Ayuntamiento de La Malahá: parte del último vano, 33,19m de tendido aéreo y 1 apoyo
- Confederación Hidrográfica Guadalquivir: Barranco “Arenal”, “Lebrillo” “La Tinajuela”
- R.E.E.: reforma del cruzamiento existente con Línea de transporte a 220kV denominada “GABIAS-BENAHADUX”.
- Gas: Cruzamiento gaseoducto existente de ENAGÁS “Granada-Motril”.



derivaciones a partir de una línea de media tensión o de un centro de transformación existente.

Las líneas objeto del presente PT, a efectos reglamentarios, se consideraran de tercera categoría.

Las líneas principales serán de sección uniforme y adecuada a las características de carga de la línea; igualmente las derivaciones tendrán la misma sección en todo su recorrido.

En el trazado de las líneas se deberán cumplir todas las reglamentaciones y normativas relativas a distancias a edificaciones, vías de comunicación y otros servicios, tanto en cruces como en paralelismos, así como los requerimientos mecánicos y eléctricos en ellas establecidos en la ITC-LAT-07.

Se procurará reducir al máximo el impacto medio ambiental de las líneas sobre el entorno, procurando que su traza discurra por lugares en que pasen lo más desapercibidas posible. Así, en zonas montañosas discurrirán preferentemente por las laderas de modo que desde los lugares habituales de tránsito, queden proyectadas sobre horizontes opacos. Se intentará alejar la línea aérea de núcleos urbanos y parajes de valor cultural, histórico-artístico o arqueológico.

Se evitará el paso por zonas de espacios protegidos y, si esto no fuera posible, se adoptarán las medidas adecuadas para la protección de la avifauna específica.

A igualdad de condiciones, se proyectará la línea más directa, sin fuertes cambios de dirección y con menos apoyos de ángulo.

El emplazamiento y la ubicación de los apoyos de la LAMT se realizará, en la medida de lo posible, en zonas de fácil acceso para su construcción y mantenimiento.

## 10.2 Tensión Nominal y Nivel de Aislamiento

Las LAMT objeto del presente PT, deberán estar integradas en redes trifásicas de hasta 30 kV y frecuencia nominal 50 Hz. La tensión nominal de la LAMT vendrá determinada por la red a la que se conecte.

Para la definición de tensión más elevada y niveles de aislamiento del material a utilizar se establecen los parámetros de la Tabla

**Tabla 1. Nivel de aislamiento del material**

Tensión nominal de la red U (kV)	Tensión más elevada para el material Um (kV eficaces)	Tensión soportada nominal a frecuencia industrial (kV eficaces)	Tensión de choque soportada nominal (tipo rayo) (kV de cresta)
$U \leq 20$	24	50	125
$20 < U \leq 30$	36	70	170

**En nuestro caso la tensión de la línea es de 20 kV y tensión más elevada Um=24 kV**

## 11 Elementos de las Líneas Aéreas de MT

### 11.1 Apoyos

#### Tipologías de apoyo

En general los apoyos a instalar en las nuevas líneas de MT serán metálicos de celosía.

Por recomendación o imposición de los organismos medioambientales locales o autonómicos, o en aquellos casos en los que su instalación, debidamente justificada, sea la mejor solución, se podrán utilizar apoyos de chapa plegada.

Atendiendo al tipo de cadena de aislamiento y a su función en la línea los apoyos se clasifican en la siguiente forma:

- **Apoyos de suspensión:** Apoyos con cadenas de aislamiento en suspensión.
- **Apoyos de amarre:** Apoyos con cadenas de aislamiento de amarre.
- **Apoyos de anclaje:** Apoyos de amarre que además proporcionarán puntos firmes que eviten la propagación a lo largo de la línea de esfuerzos longitudinales de carácter excepcional. Se instalarán como mínimo cada tres kilómetros.
- **Apoyos de fin de línea:** Apoyos de amarre, situados en el origen y final de la línea cuya función es la soportar en sentido longitudinal, las solicitaciones de todos los conductores en un solo sentido.
- **Apoyos especiales:** Son aquellos que tienen una función diferente a las indicadas en los puntos anteriores.

Por otro lado, en función de la posición relativa del apoyo respecto al trazado de la línea, los apoyos se clasifican en:

- **Apoyos de alineación:** Apoyos de suspensión, amarre o anclaje en tramos rectilíneos de la línea. Su función es la de sostener los conductores, manteniéndolos elevados del suelo la distancia establecida en el proyecto.
- **Apoyos de ángulo:** Apoyos de amarre o anclaje colocados en un ángulo del trazado de la línea.

Para este Proyecto Tipo se describen los apoyos metálicos de celosía y de chapa plegada normalizados por EDE. No se incluyen los apoyos hormigón y madera para nuevas instalaciones, limitando su empleo para mantenimiento de instalaciones existentes y atención de situaciones provisionales para reparación de averías.

Atendiendo a su naturaleza constructiva, los apoyos pueden ser de los siguientes tipos:

- **Apoyos metálicos de celosía:** Los apoyos de celosía cumplirán la norma UNE 207017 y la norma **AND001 Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV. Éste será nuestro caso proyectado.**

- **Apoyos de chapa plegada:** Los apoyos de chapa plegada cumplirán la norma UNE-EN 207018 y la **Norma AND004 Apoyos de chapa metálica para líneas aéreas hasta 36 kV.**

En los apoyos metálicos de celosía y de chapa plegada el recubrimiento superficial que se realizará será el de galvanizado en caliente. En la información de proyecto deberá indicarse el tipo de ambiente en que se prevé ubicar los apoyos, y si los niveles de contaminación y salinidad ambiental lo requieren se aplicará en campo, de acuerdo con EDE, un tratamiento de pintado adicional.

## 11.2 RELACION DE APOYOS PROYECTADOS.

Para nuestro Proyecto, se emplearán la siguiente relación de apoyos:

Nº	TIPO, ESFUERZO y ALTURA	MON-TAJE	SEPARAC. FASES	CRUCETAS	FUNCIÓN	PUESTA A TIERRA	AFECCION
Existt A648258 S35921	ONSE FL 1800-9m	TB S/C	2,5m	1,25m	F.L. – A/S	FRECUENTADO	Cruzam. Bco. Arenal
1	C-2000-16	TB S/C	2,40m	1,50m	F.L. – A/S	FRECUENTADO	
1 - 2	<b>Soterramiento Urbanización La Quinta.</b>						
2	C-2000-16	TB S/C	2,40m	1,50m	F.L. – A/S	FRECUENTADO	
3	C-2000-16	TB S/C	2,40m	1,50m	AMA	NORMAL	
4	C-1000-18	TB S/C	2,40m	1,50m	AMA	NORMAL	
5	C-3000-18	TB S/C	2,40m	1,50m	ENT. ARENAL	NORMAL	Reforma Cruce LAT REE
6 EXISTENTE	C-2000-14	M Cero	1,50m	1,50m	F.L. – A/S	FRECUENTADO	Cruzam. Bco. Lebrillo
7 EXISTENTE	C-2000-14	M Cero	1,50m	1,50m	F.L. – A/S	FRECUENTADO	
8	C-1000-16	TB S/C	2,40m	1,50m	AMA	NORMAL	Proximidad a Gaseoducto
9	C-1000-16	TB S/C	2,40m	1,50m	AMA	NORMAL	
10	C-1000-16	TB S/C	2,40m	1,50m	AMA	NORMAL	
11	C-2000-18	TB S/C	2,40m	1,50m	ANG.AMA	NORMAL	
12	C-1000-18	TB S/C	2,40m	1,50m	AMA	NORMAL	Cruzamiento Barranco Tinajuela
13	C-1000-18	TB S/C	2,40m	1,50m	AMA	NORMAL	
14	C-3000-18	TB S/C	2,40m	1,50m	ANG-AMA	NORMAL	
15	C-1000-14	TB S/C	2,40m	1,50m	AMA	NORMAL	
16	C-2000-14	TB S/C	2,40m	1,50m	ANG-AMA	NORMAL	
17	C-2000-18	TB S/C	2,40m	1,50m	ANC-DERIVAC	NORMAL	Entronque Derivación al C.T. 63596 MALPASILLO
18	C-1000-14	TB S/C	2,40m	1,50m	AMA	NORMAL	
20	C-2000-16	TB S/C	2,40m	1,50m	F.L. – A/S	FRECUENTADO	Paso A/S Urb. Arenal
18 – 19	<b>Límite de Municipios Alhendín – La Malahá</b>						
19	C-2000-18	TB S/C	2,40m	1,50m	ANC-F.L.	NORMAL	Estrellamiento: Derivaciones 58610 REPETIDOR y 542475 RADIO.GENIL
Existente	Onse	M.Cero	1,25m	1,25m			

**Se instalan éstos 19 nuevos apoyos, y se desmontan 29 apoyos viejos a sustituir.**

**El trazado es prácticamente el mismo que el actual, separando la traza nueva entre 3-5m, y soterrándose los tramos urbanizados.**

## 11.3 Armados

En el caso de líneas de un solo circuito, se instalarán crucetas de bóveda o semicrucetas atirantadas. Para dos circuitos, se instalarán semicrucetas atirantadas con montaje en disposición de hexágono.

Las características técnicas de los armados metálicos se ajustarán a los criterios establecidos en la ITC-LAT-07 en función de las magnitudes y direcciones de las cargas de trabajo y de las distancias de aislamiento eléctrico requeridas.

### Semicrucetas atirantadas

Se utilizarán en los apoyos metálicos de celosía, con una distribución al tresbolillo o en triángulo para líneas de simple circuito, y en hexágono para líneas de doble circuito.

Se emplearán en apoyos de cualquier función: alineación, ángulo, anclaje, fin de línea o especiales y cumplirán la norma UNE 207017 y la norma **AND001 Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV.**

La longitud de la semicruceta instalada dependerá de la distancia de aislamiento eléctrico requerida.

**Para nuestro Proyecto, se proyectan en general apoyos de Tresbolillo con crucetas de 1,50m de longitud.**

### Crucetas de bóveda

(En nuestro proyecto no procede)

Las crucetas tipo bóveda se utilizará en apoyos de celosía y chapa plegada, con función de alineación o ángulo, y con las limitaciones que se deriven de los cálculos mecánicos de los mismos. Las crucetas que se instalen en apoyos metálicos de celosía cumplirán la norma UNE 207017 y la norma **AND001 Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV.**

Las crucetas de bóveda de chapa plegada cumplirán las siguientes especificaciones:

**Tabla 2. Listado especificaciones crucetas de bóveda**

Especificación	Código
Especificación técnica cruceta bóveda CB3-E (conductor hasta 47-AL1/8-ST1A)	6706752
Especificación técnica cruceta bóveda CB2-E (conductor hasta 94-AL1/22-ST1A)	6706753

### Dimensiones de los apoyos y armados

La altura elegida de los apoyos se determinará por la distancia mínima de los conductores al terreno u a otros obstáculos, según lo establecido en el apartado 5 de la ITC-LAT-07 del

RLAT. Las dimensiones de los armados se determinarán por la distancia a mantener de los conductores entre sí y con las partes metálicas del apoyo, según lo indicado en el apartado 5.4.1. de la ITC-LAT-07 del RLAT.

## 11.4 Conductores eléctricos

Los conductores que se emplearán para la construcción de las LAMT estarán de acuerdo con la Norma UNE-EN 50182 y a la Norma **GSC003 Concentric-lay-stranded bare conductors**.

Se emplearán conductores de aluminio con alma de acero galvanizado (tipo ST1A) en zonas consideradas con nivel de contaminación normal o alta.

En zonas consideradas con nivel de contaminación muy alto se emplearán conductores de aluminio con alma de acero recubierto de aluminio (tipo A20SA).

**El conductor utilizado para el tendido del tramo proyectado de la línea aérea es de las siguientes características:**

**LA-56 (47-AL1/8-ST1A):**

<b>Material.....</b>	<b>Aluminio-Acero</b>
<b>Sección total.....</b>	<b>54,6 mm<sup>2</sup></b>
<b>Diámetro aparente.....</b>	<b>9,45 mm</b>
<b>Número hilos Al.....</b>	<b>6</b>
<b>Número hilos Ac.....</b>	<b>1</b>
<b>Peso unitario.....</b>	<b>188,8 kg/km</b>
<b>Módulo de elasticidad.....</b>	<b>76000 N/mm<sup>2</sup></b>
<b>Coefficiente dilatación.....</b>	<b>18,6 E-6</b>
<b>Resistencia eléctrica.....</b>	<b>0,6129</b>
<b>Carga de rotura.....</b>	<b>16,29 kN</b>

## 11.5 Aislamiento de los conductores eléctricos

El aislamiento se dimensionará mecánicamente en función del conductor instalado, garantizando un **coeficiente de seguridad a rotura igual o superior a 3**, y eléctricamente en función del nivel de tensión de la red proyectada, de la línea de fuga requerida y de la distancia entre partes activas y masa.

Además, para determinar las necesidades de cada instalación se tendrá en cuenta el nivel de contaminación salina e industrial atendiendo a lo indicado en el documento de EDE NZZ009 “Mapas de contaminación salina e industrial” y en la ITC-LAT-07.

Preferiblemente, los aisladores a instalar en las líneas nuevas de MT serán del tipo polimérico y se ajustarán a las normas UNE-EN 61109:2010, UNE-EN 61466 y a la **Norma AND012 Aisladores compuestos para cadenas de líneas aéreas de MT, hasta 30 kV**.

Los aisladores de vidrio sólo podrán instalarse en zonas con un nivel de contaminación medio. Estarán constituidos por elementos aislantes, según la Norma **AND008 Aisladores de vidrio para cadenas de líneas aéreas de AT, de tensión nominal hasta 30 kV**,

formando cadenas articuladas, cuyo número de elementos y tipo dependerá del nivel de aislamiento y de la distancia de seguridad requeridos (considerando siempre una línea de fuga mínima de 20 mm/kV).

Los aisladores rígidos únicamente podrán emplearse en los puentes flojos, para fijar los cables en su paso por los apoyos y asegurar las distancias, pero no podrán ser elementos de sujeción al comienzo o final de un vano. En cualquier caso, seguirán la especificación de EDE 6704113.

El aislamiento adquirirá la condición de reforzado, cuando las características dieléctricas que le corresponden en función de la tensión más elevada del material de la línea, se eleven al escalón inmediato superior de la tensión que le corresponde, y que se indica en el apartado 4.4 de la ITC LAT-07. En general, esta condición se cumple incrementando en una unidad el número de aisladores de la cadena.

Cuando las sollicitaciones mecánicas lo requieran podrán acoplarse dos cadenas de aisladores mediante un yugo.

## 11.6 Cables de fibra óptica autoportados (ADSS)

**Para nuestro Proyecto no se instalará fibra óptica.**

En general, los cables de fibra óptica autoportados que se emplearán, estarán de acuerdo con las Recomendaciones UIT-T G.652 "Características de las fibras y cables ópticos monomodo" y UIT-T G.655 "Características de los cables de fibra óptica monomodo con dispersión desplazada no nula", y a la Norma **NNJ002 Norma de cables ópticos autoportados (ADSS) para líneas aéreas**. Los cables a utilizar para MT podrán ser, según la Norma, entre 36 y 144 fibras, siendo el de 48 fibras el que se empleará de referencia para los cálculos, en el caso en que no se conozca al proyectar la LAMT el cable de fibra óptica que a futuro se instalará.

En el caso de que algún valor definido por EDE entre en conflicto con la norma UIT-T de referencia prevalecerá el valor más exigente.

Se emplearán cables del tipo PKCP (o anti-balístico) para evitar daños en cotos de caza y otros.

Estos cables dieléctricos, en lo que les corresponda, cumplirán con las condiciones y requisitos en lo concerniente al montaje y tendido de acuerdo con sus características, impuestos en el RAT como un elemento más de la línea.

Preferiblemente no se instalará el cable de fibra óptica autoportado (ADSS) por el interior de los apoyos metálicos.

## 11.7 Herrajes

Se engloban bajo esta denominación todos los elementos necesarios para la fijación de los aisladores a los apoyos y a los conductores eléctricos, así como elementos necesarios para la fijación de los cables de fibra óptica autoportados (ADSS) a los apoyos.

## Herrajes para los conductores eléctricos

Para su elección se tendrán en cuenta las características constructivas y dimensionales de los conductores.

Deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura.

Se tendrán en cuenta las disposiciones de los taladros y los gruesos de chapas y casquillos de cogida de las cadenas para que éstas queden posicionadas adecuadamente.

Todas las características técnicas, constructivas, de ensayo, etc. de los herrajes destinados a los conductores eléctricos serán las indicadas en la Norma **AND009 Herrajes y accesorias para conductores desnudos en líneas aéreas AT hasta 36 kV.**

Las diversas cadenas de herrajes para el conductor eléctrico están representadas en el documento PLANOS.

Los elementos de acoplamiento empleados son los siguientes:

- Grapas de amarre
- Grapas de suspensión
- Varillas de protección
- Horquillas de bola
- Grilletes
- Anillas de bola
- Rótulas
- Alargaderas

En todos los apoyos en suspensión se instarán varillas de protección preformada.

## Herrajes para los cables de fibra óptica autoportados (ADSS)

Los herrajes destinados a cables ADSS y sus características serán los indicados en la Norma **NNJ004 Herrajes para cables ópticos (OPGW y ADSS) para líneas aéreas.**

Para la fijación del cable ADSS al apoyo se utilizarán cadenas de herrajes y soportes de fijación que aprovecharan, en la medida de lo posible, los taladros que tiene la estructura, situándolos en el caso de apoyos metálicos lo más próximo a un nudo de la estructura.

Los elementos de la cadena de herrajes deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura.

Las diversas cadenas de herrajes y soportes de fijación para el cable ADSS están representados en el documento PLANOS.

Los elementos utilizados para poder adosar el cable ADSS a los apoyos de la LAMT son los siguientes:

- Soportes de fijación
- Cartelas

- Eslabón plano o revirados
- Horquilla paralela
- Tirante
- Horquilla guardacabos
- Varillas de protección
- Grapas bajantes

En todos los apoyos se instarán varillas de protección preformada.

## 11.8 Empalmes en el conductor eléctrico

Los empalmes, en caso de ser necesarios, deberán realizarse en el puente flojo de un apoyo con cadenas de amarre mediante conectores tipo cuña. Quedan expresamente prohibidas las uniones por tornillo.

## 11.9 Piezas de conexión

Las piezas de conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electroquímicos. En zonas de alta y muy alta contaminación se cubrirán con cinta de protección anticorrosiva estable a la intemperie, para que las superficies de contacto no sufran oxidación.

Las piezas de conexión se dividen en terminales y piezas de derivación. Las características de las piezas de conexión se ajustarán a las normas UNE 21021 y CEI 1238-1.

### Terminales

Los terminales cumplirán la Norma **NNZ015 Terminales rectos de aleación para conductores de aluminio y aluminio-acero**.

### Piezas de Derivación

La conexión de conductores en las líneas aéreas de MT se realizará en lugares donde el conductor no esté sometido a sollicitaciones mecánicas, es decir, siempre en un puente flojo.

En este caso la pieza de conexión, además de no aumentar la resistencia eléctrica del conductor, tendrá una resistencia al deslizamiento de, al menos, el 20 % de la carga de rotura del conductor.

La conexión de derivaciones a la línea principal se efectuarán mediante conectores de presión constante, de pleno contacto y de acunamiento cónico.

## 11.10 Cajas de empalme para cables de fibra óptica autosoportados (ADSS)

Los empalmes entre los cables de fibra óptica se realizarán mediante cajas de empalmes que seguirán la **Norma NNJ005 Norma de cajas de empalme para cables de fibra óptica**, y la Recomendación UIT-T L.13 "Requisitos de calidad para los nodos ópticos pasivos: caja de cierre hermético para entornos exteriores".

Las cajas de empalme para tendido aéreo se utilizarán en apoyos de media tensión para albergar y proteger en su interior los empalmes ópticos de las fibras ópticas y dar continuidad y protección a los extremos de los cables, además de cumplir las siguientes funciones:

- Restablecer la integridad de la cubierta externa de los cables que le llegan, proporcionando protección suficiente frente al entorno para las fibras y fusiones que pueda albergar.
- Facilitar la organización de los empalmes y el almacenaje del sobrante de fibra.
- Proporcionar conexión eléctrica y puesta a tierra de las partes metálicas de la cubierta o caja siempre que sea necesario.

## 11.11 Dispositivos antiescalamiento

**En los apoyos frecuentados, de acuerdo a lo indicado en el apartado 2.4.2 e la ITC-AT-07, se instalarán dispositivos antiescalamiento que dificulten al acceso a las partes en tensión de los apoyos.**

Los antiescalos que se instalen en los apoyos metálicos cumplirán la Norma **AND017 Antiescalos para apoyos metálicos de celosía.**

**En nuestro proyecto, son Frecuentados los apoyos:**

**nº 1, 2: soterramiento en Urbanización La Quinta,**

**nº 23: Soterramiento en Urbanización El Arenal.**

## 11.12 Accesorios

### Amortiguadores para los conductores eléctricos

Aunque su uso no es común en líneas de MT, en el caso de que puedan preverse daños provocados por las vibraciones se dispondrán grapas adecuadas y antivibradores que absorban parte de la energía amortiguando la fatiga en el punto de agarre.

Es más conveniente diseñar la traza de la línea para que no sea necesario la utilización de dispositivos antivibratorios y para ello es importante seguir la recomendación CIGRE que establece que en España, con una temperatura media de 15 °C, el EDS (Every Day Stress) o tracción media de todos los días, de las líneas aéreas de MT no sobrepase el 15% de la carga de rotura del conductor, por tanto hay que comprobar que el tense correspondiente cumple con esa condición.

Además se debe cumplir que la tensión del conductor en horas frías no sea superior al 20%, CHS (Cool Hour Stress). Es decir, que la tracción del conductor a -5°C no sea superior al 20% de su carga de rotura.

Se evitará la colocación de contrapesos en los apoyos cuyo gravivano sea negativo, substituyendo el apoyo de suspensión por uno de amarre.

## Amortiguadores para los cables ADSS

A fin de obtener una mayor protección del cable ADSS, se situarán amortiguadores, que se instalarán siempre sobre varillas de protección preformadas.

## Dispositivos de protección avifauna

Cuando la traza de la LAMT discorra por zonas o espacios protegidos, y en los casos en los que el Órgano competente de la Comunidad Autónoma lo determine, se adoptarán las medidas adecuadas para la protección de la avifauna frente a colisiones y electrocuciones. Los dispositivos a instalar deberán estar validados y contrastados por EDE y/o por la Administración competente.

### 6.1.1.1. Salva pájaros

**En nuestro proyecto no se instalarán salvapájaros, por estar fuera de zona Zepa.**

No obstante, donde sea preciso, como medida preventiva anticolidión se instalarán sistemas disuasorios en los conductores de fase, en general, de manera que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 m, con una distancia máxima de 20 metros entre señales contiguas en un mismo conductor. En cualquier caso, cada proyecto simplificado se adecuará a lo establecido por el Órgano competente de la Comunidad Autónoma.

### 6.1.1.2. Otros dispositivos

Para evitar la electrocución se podrán instalar en los armados de los apoyos, dispositivos que dificulten la posada de las aves tales como sistemas de espinas anti-posada, dispositivos que impidan la nidificación e incluso dispositivos que la faciliten.

Cuando no sea posible alcanzar distancia de seguridad establecida desde la zona de apoyo de la avifauna hasta los puntos en tensión se aislarán los conductores. De igual modo se aislarán los conductores de conexión en los apoyos especiales (seccionamiento, conversiones aéreo-subterráneas...). Los forros de protección serán acordes a los especificado en la Norma **BNA001 Forros de protección anti-electrocución de la avifauna en las líneas eléctricas de distribución.**

**En nuestro proyecto se instalarán cadenas de más de 1m de longitud para conseguir distancias de seguridad para protección de avifauna, y donde se tengan dispositivos de maniobra (pasos aéreo subterráneo) y en apoyos especiales (entronque), se aislarán los puentes flojos.**

## Balizas

**En nuestro caso no procede.** Pero en caso de ser necesario para hacer más visibles los conductores en zonas con elevada densidad de tráfico aéreo, se colocarán balizas para señalar la presencia de tendidos eléctricos.

## Placas de señalización

En todos los apoyos se instalarán placas normalizadas para numerar e identificar el apoyo y señalar riesgo eléctrico en la instalación.

Los apoyos en los que se instalen elementos de maniobra se codificarán expresamente con un identificador adicional.

Las placas se instalarán a una altura del suelo de 3 m. en la cara paralela o más cercana a los caminos o carreteras, para que puedan ser vistas fácilmente.

### 11.13 Aparamenta

Con objeto de facilitar la maniobrabilidad y mejorar la calidad de servicio de la red de media tensión, en las líneas aéreas se podrá instalar la siguiente aparamenta en apoyos:

- **Seccionadores unipolares.**
- Seccionadores tripolares.
- Interruptores-seccionadores SF6.
- Cortacircuitos fusibles de expulsión "XS".
- Cortacircuitos fusibles limitadores de APR.

En general, en cualquier derivación se instalará un dispositivo de seccionamiento que la aisle de la línea principal. Se situará en el primer o segundo apoyo de la derivación que sea de fácil acceso.

Las derivaciones deberán estar protegidas desde la cabecera de la línea, y cuando por criterios de explotación sea necesario que exista una protección intermedia, deberá ser selectiva con la de cabecera de la línea.

En los casos en los que se considere necesario, los elementos de maniobra (Interruptores-seccionadores), estarán telemandados para minimizar el impacto de eventuales averías y reducir los tiempos de maniobra, localización y afectación durante los trabajos de normalización del servicio eléctrico.

Los elementos de maniobra y protección cumplirán la siguiente normativa:

- **Seccionador unipolar:** Los seccionadores unipolares de intemperie cumplirán la norma UNE-EN-60265/1 y la norma **AND005 "Seccionadores unipolares para líneas de alta tensión hasta 36 kV"**.
- Seccionador trifásico\*: Los seccionadores tripolares de intemperie cumplirán las siguientes especificaciones:
  - 6704698, para instalaciones con  $20 < U \leq 30$  kV.
  - 6779441, para instalaciones con  $U \leq 20$  kV.
- Interruptor seccionador SF6\*: Los interruptores-seccionadores SF6 intemperie cumplirán con la norma GSCM003 MV pole mounted switch-disconnectors.
- Cortacircuitos fusibles\*: Los fusibles de expulsión cumplirán con la norma AND007 Cortacircuitos fusibles de expulsión seccionadores hasta 36 kV
- Los cortacircuitos fusibles limitadores de APR\* cumplirán con las especificaciones técnicas de EDE basadas en la norma UNE-EN 60282-1.

**En nuestro proyecto sólo se contempla la instalación de juegos de Seccionadores Unipolares en los pasos A/S y en entronques con derivaciones particulares.**

## 11.14 Protecciones

### Protección de sobretensiones

Con objeto de proteger las transiciones aéreo-subterráneas y los interruptores seccionadores encapsulados en SF<sub>6</sub>, se instalarán dispositivos de protección frente a sobretensiones o pararrayos. También se instalarán en zonas con un elevado índice isocerámico.

Los pararrayos cumplirán con la norma UNE-EN 60099 y norma **AND015 Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores para redes de MT hasta 36 kV** y se instalarán lo más cerca posible del elemento a proteger (red subterránea de MT).

## 12 Cimentaciones

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa de calidad HM-20 y deberán cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08.

La cimentación de los apoyos cumplirá lo detallado en el apartado 3.6 de la ITC-LAT-07 y será del tipo monobloque prismática de sección cuadrada.

El bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 15 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Dichas cimentaciones se terminarán con un vierteaguas de 5 cm de altura para facilitar la evacuación del agua de lluvia. Así mismo, con el objeto de evitar que el agua que queda confinada en los perfiles de los montantes en su inserción con la cimentación, se efectuarán unos pequeños planos inclinados a tal efecto.

Las dimensiones de las cimentaciones variarán en función del coeficiente de compresibilidad del terreno (K). Los valores de los coeficientes de compresibilidad se deducen de estudios de suelos o se adoptan los de la Tabla 10 de la ITC-LAT-07. Las dimensiones mínimas de cimentaciones de los apoyos más habituales se detallan en el documento PLANOS.

## 13 Puesta a Tierra de los apoyos

Los apoyos de MT deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse. La instalación de puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas que puedan ponerse en tensión.

La puesta a tierra de los apoyos se realizará teniendo en cuenta lo especificado en el apartado 7 de la ITC-LAT-07.

Deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica todos los apoyos metálicos según lo indicado en el punto 7.2.4 de la ITC-LAT-07.

El sistema de puesta a tierra deberá cumplir los siguientes condicionantes:

- a) Resistir los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
- b) Resistir a la temperatura provocada por la intensidad de falta más elevada.
- c) Garantizar la seguridad de las personas respecto a las tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- d) Proteger las propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

Los elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra son la línea de tierra y los electrodos de puesta a tierra.

### 13.1 Electrodo de Puesta a Tierra

Los electrodos de tierra estarán compuestos por:

- Picas de acero recubierto de cobre de 2 m. de longitud y 14 mm. de diámetro
- Conductores horizontales de cobre desnudo con sección mínima de 50 mm<sup>2</sup>.
- Combinación de picas y conductores horizontales.

Las picas se hincarán verticalmente quedando su extremo superior a una profundidad no inferior a 0,5 m. En terrenos donde se prevean heladas, se aconseja una profundidad mínima de 0,8 m.

### 13.2 Línea de tierra

La línea de tierra es el conductor o conjunto de conductores que une el electrodo de tierra con la parte del apoyo que se pretende poner a tierra.

Los conductores empleados en las líneas de tierra deberán tener una resistencia mecánica adecuada y ofrecerán una elevada resistencia a la corrosión. No podrán insertarse fusibles o interruptores.

Las líneas de tierra se realizarán con conductores de cobre desnudo de una sección mínima de 50 mm<sup>2</sup>.

La parte de conductor de cobre desnudo hasta el punto de conexión con el montante se protegerá mediante un tubo de PVC, para lo cual el paso de dicho conductor a través del macizo de cimentación se efectuará por medio de un tubo introducido en el momento del hormigonado.

El extremo superior del tubo quedará sellado con poliuretano expandido o similar para impedir la entrada de agua, evitando así tener agua estancada que favorezca la corrosión del cable de tierra.

Como conductores de tierra, entre herrajes y crucetas y la propia toma de tierra, puede emplearse la estructura de los apoyos metálicos.

### 13.3 Clasificación de los apoyos según su ubicación

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, se establece la siguiente clasificación de los apoyos según su ubicación:

- **Apoyos NO Frecuentados.** Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.
- **Apoyos Frecuentados.** Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día.

Básicamente se considerarán apoyos frecuentados los situados en:

- Casco urbano y parques urbanos públicos.
- Zonas próximas a viviendas.
- Polígonos industriales.
- Áreas públicas destinadas al ocio, como parques deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, los apoyos frecuentados podrán considerarse exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto en los siguientes casos:

- Cuando se aislen los apoyos de tal forma que todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, utilizando para ello vallas aislantes.
- Cuando todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, debido a agentes externos (orografía del terreno, obstáculos naturales, etc.).

- Cuando el apoyo esté recubierto por placas aislantes o aisladas respecto del apoyo o protegido por obra de fábrica de ladrillo hasta una altura de 2,5 m, de forma que se impida la escalada al apoyo.

En estos casos, no obstante, habrá que garantizar que se cumplen las tensiones de paso aplicadas.

A su vez, los apoyos frecuentados se clasifican en dos subtipos:

- **Apoyos frecuentados con calzado (F):** se considerará como resistencias adicionales la resistencia del calzado y la resistencia a tierra en el punto de contacto.  
Estos apoyos serán los situados en lugares donde se puede suponer, razonadamente, que las personas estén calzadas, como pavimentos de carreteras públicas, lugares de aparcamiento, etc.
- **Apoyos frecuentados sin calzado (F.S.C.):** se considerará como resistencia adicional únicamente la resistencia a tierra en el punto de contacto considerando nula la resistencia del calzado.  
Estos apoyos serán los situados en lugares como jardines, piscinas, camping, áreas recreativas donde las personas puedan estar con los pies desnudos.

Los apoyos que sean diseñados para albergar conversiones aéreo-subterráneas deberán cumplir los mismos requisitos que el resto de los apoyos en función de su ubicación.

Los apoyos que sean diseñados para albergar dispositivos de maniobra, protección o cajas de empalme de cables de fibra óptica ADSS, deberán cumplir, a los efectos del cálculo del sistema de puesta a tierra, los mismos requisitos que los apoyos frecuentados.

## 13.4 Sistemas de puesta a tierra

### Apoyos no frecuentados

De acuerdo a lo indicado en el apartado 7.3.4.3 de la ICT-LAT-07, si el tiempo de desconexión automática en la líneas de media tensión es inferior a 1 segundo, en el diseño del sistema de puesta a tierra de estos apoyos no será obligatorio garantizar, a un metro de distancia del apoyo, valores de tensión de contacto inferiores a los valores admisibles. No obstante, el valor de la resistencia de puesta a tierra será lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones.

A tal efecto se podrá utilizar un electrodo lineal por apoyo compuesto por picas de cobre, de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, unidas mediante grapas de fijación y cable de cobre desnudo al montante del apoyo.

El extremo superior de la pica de tierra quedará, como mínimo, a 0,50 m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre las picas de tierra y el apoyo. En terrenos donde se prevean heladas se aconseja una profundidad mínima de 0,80 m.

## Apoyos frecuentados

Se realizará una **puesta a tierra en anillo cerrado de profundidad al menos 0,50 m** alrededor del apoyo, de forma que cada punto del mismo quede distanciados 1 m. como mínimo de las aristas del macizo de cimentación, unido a los montantes del apoyo mediante dos/cuatro conexiones. En terrenos donde se prevean heladas se aconseja una profundidad mínima de 0,80 m.

A este anillo se conectarán como mínimo dos picas de cobre, de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, de manera que se garantice un valor de tensión de contacto aplicada inferior a los reglamentarios. En caso contrario se adoptará alguna de las tres medidas indicadas en el apartado Clasificación de apoyos según su ubicación con el objeto de considerarlos exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto.

Tanto en apoyos frecuentados como en no frecuentados, la parte visible del cable de cobre hasta el punto de unión con el montante de la torre se protegerá mediante tubo de PVC rígido y en la unión con la pica enterrada se colocará pasta aislante al objeto de evitar humedad que dañe por oxidación dicha unión.

Excepcionalmente, si no es posible obtener un valor de resistencia de tierra adecuado mediante los métodos anteriormente indicados, se realizará una puesta a tierra profunda consistente en:

- Perforación de 85 mm de diámetro y de unos 12 ó 14 m. de profundidad. En caso necesario se repetirá esta perforación para obtener la resistencia adecuada, la cual se irá midiendo a medida que avance la perforación
- Se introducirá una cadena de electrodos, básicamente consistente en:
  - Barra de grafito de 55 mm de diámetro por 1 m.
  - Elementos de conexión del electrodo hasta llegar a la superficie.
  - Relleno con mezcla de grafito polvo.
  - Ánodos de Mg para protección contra corrosión de elementos metálicos enterrados.

## 14 Medidas de protección de la avifauna

En el diseño de las líneas que afecten o se proyecten en las zonas de protección definidas en el artículo 3 del R.D. 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

**En nuestro caso, para Andalucía, se aplicarán las medidas recogidas en el Decreto Andaluz 178/2006, (que engloba a las medidas del RD 263/2008) y es más restrictivo:**

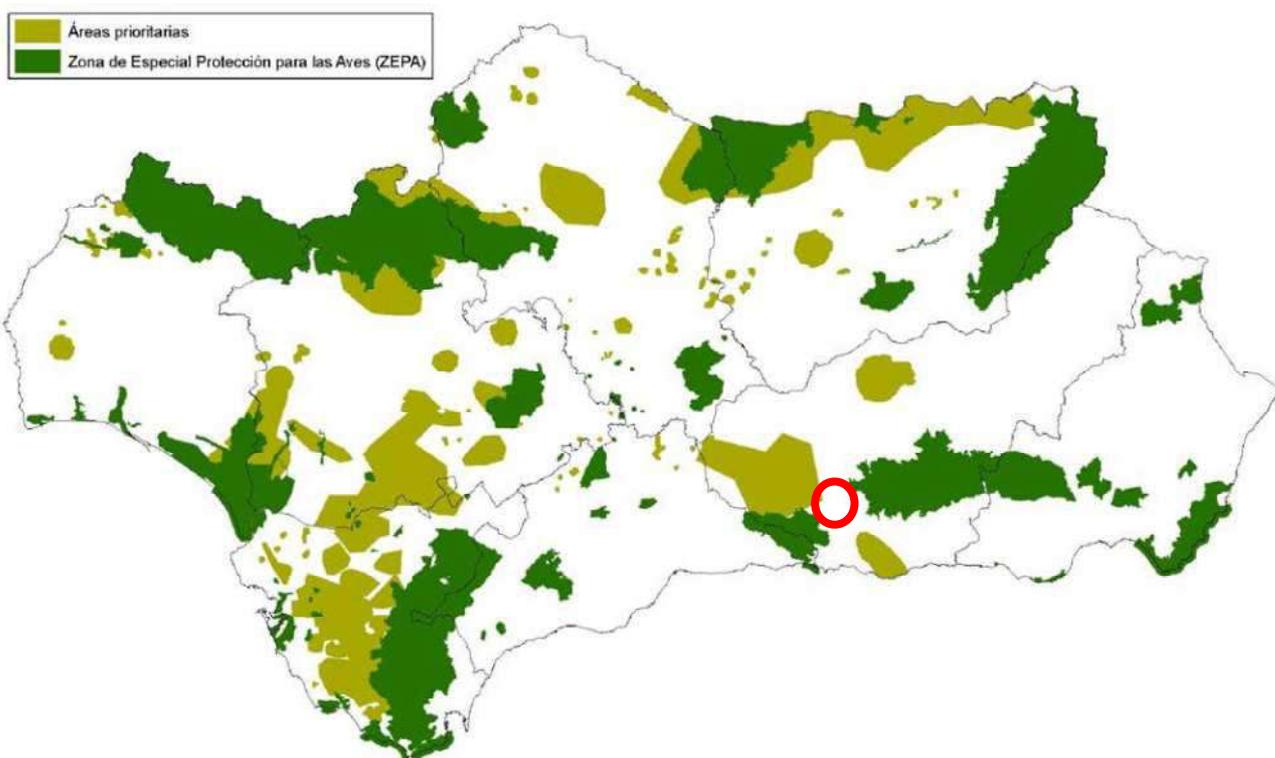
### 14.1 AMBITO DE APLICACIÓN (ART. 3)

1. **Las medidas antielectrocución** establecidas en el presente Decreto serán de aplicación a las instalaciones eléctricas aéreas de alta tensión en los siguientes casos:
  - a) A las de **nueva construcción**, así como a las ampliaciones o modificación de existentes que requieran autorización administrativa
  - b) A las instalaciones existentes que discurran por zonas de especial protección para las aves y por zonas de especial conservación definidas en el artículo 2.1 d) de la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de espacios naturales protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección.

**EN NUESTRO CASO SÍ ES DE APLICACIÓN.**

2. **Las medidas anticolidión** establecidas en el presente Decreto serán de aplicación a las instalaciones aéreas de alta tensión, existentes o de nueva construcción, que discurran por las zonas de especial protección para las aves, calificadas por su importancia para la avutarda y el sisón, y a aquellas que discurran, dentro de un radio de dos kilómetros, alrededor de las líneas de máxima crecida de los humedales incluidos en el inventario de humedales de Andalucía.

**EN NUESTRO CASO NO ES DE APLICACIÓN**



## 14.2 MEDIDAS ANTIELECTROCUCION

Se tendrán presentes las siguientes medidas antielectrocución en la ejecución de la línea:

- **Se utiliza preferentemente montaje al tresbolillo; no se sobrepasaran con elementos en tensión las crucetas no auxiliares de los apoyos en ningún caso.**
- **Los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, transformadores, de derivación, anclaje, fin de línea, se diseñaran 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.**
- En los apoyos de anclaje, ángulo, derivación, fin de línea y, en general, aquellos con cadenas de aisladores horizontales, **la distancia mínima accesible de seguridad entre la zona de posada y los elementos en tensión será mayor de 1 metro en horizontal.**
- En los apoyos de alineación, tendrá que cumplir **las distancias mínimas accesibles de seguridad: entre la zona de posada y el elemento en tensión será de 0,75 m, y entre conductores de 1,5 m. en vertical.**

Para cumplir con las distancias mínimas ( $L > 1m$ ) electrocución mediante la instalación de aislador polimérico tipo C3670EBAV, que nos permite tener más de un metro entre las partes en tensión y la zona de posada según especificación técnica Endesa 6709926

En apoyos con Dispositivos de maniobra o donde sea preciso se aislarán puentes y grapas de amarre según Norma Endesa AGD 005. Se instalaran en caso necesario un KIT DE AISLAMIENTO AMARRE GA1 Y GA2, PARA PROTECCION DE AVIFAUNA Ref. Endesa 6707352



## 14.3 OTRAS CONSIDERACIONES

Además de lo indicado en los apartados anteriores, y conforme a lo estipulado en el artículo 6, no se podan realizar trabajos de mantenimiento cuando la línea esta afectada por nidificación de especies incluidas en el catálogo andaluz de especies amenazadas durante la época de reproducción y crianza, salvo autorización expresa de la autoridad competente.

# 15 Distancias de Seguridad

Para el cálculo de los distintos elementos de la instalación se tendrán en cuenta las distancias mínimas de seguridad indicadas en el apartado 5 de la ICT-LAT-07 y/o en las correspondientes Especificaciones Particulares de EDE.

A continuación se indican las distancias mínimas a tener en cuenta en este proyecto.

## 15.1 Distancia de aislamiento eléctrico para evitar descargas

Se tendrán en cuenta las siguientes distancias:

Del= Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra de 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.

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. Dpp es una distancia interna.

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.

Distancia entre conductores (Dpp)

Distancia entre conductores y partes del apoyo puestos a tierra (Del)

**Tabla 6. Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas (según tabla 15 ITC-LAT 07)**

Tensión más elevada de la red $U_s$ (kV)	Del (m)	Dpp (m)
24	0,22	0,25
36	0,35	0,40

## 15.2 Distancia de los conductores eléctricos entre sí

La ITC-LAT 07 en el punto 5.4.1, establece que la separación mínima entre conductores se determina con la siguiente expresión:

$$D = K \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

Siendo:

D = Separación en m.

K = Coeficiente de oscilación (Se obtiene de Tabla 16, apartado 5.4 ITC-LAT 07)

F = Flecha en m.

L = Longitud de la cadena de suspensión en m.

K' = 0,75 para las líneas de tercera

Dpp = Distancia mínima de aislamiento en el aire para prevenir descargas disruptivas entre conductores en fase de sobretensiones de frente lento o rápido. Viene dado por la tabla del apartado anterior.

### 15.3 Distancias del cable de fibra óptica autoportado (ADSS) y de sus herrajes en el apoyo

La ubicación de los herrajes en los apoyos para soportar el cable de fibra óptica ADSS será la necesaria para que se cumplan las distancias indicadas a continuación y, además, que en cualquier situación el cable ADSS quede por debajo del conductor de la línea eléctrica, como mínimo, 0,22 metros para redes de distribución hasta 24 kV y 0,35 cm para redes de distribución hasta 30 kV.

### 15.4 Distancias de los conductores al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables

La altura de los apoyos será la necesaria para que, teniendo en cuenta lo indicado en el apartado 15.3, tanto los conductores eléctricos como los cables ADSS, con su máxima flecha prevista según las hipótesis de temperatura y hielo más desfavorables, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, senda, vereda o cursos de agua no navegables, a una altura mínima de 7 metros.

En lugares de difícil acceso, estas distancias podrán reducirse hasta en un metro.

En los caminos que se cruzan, al poderse considerar vía de tráfico rodado, se considera una altura de hasta 8m, conforme citan las Normas de Endesa.

En cuanto a cauces, en nuestro proyecto se tienen cruzamientos de barrancos, concretamente:

- Barranco del Arenal: 2 veces, entre los Apoyos: Existente A648258 - 1 y 2 - 3,
- Barranco del Lebrillo: entre apoyos 5 - 6
- Barranco de Tinojuela: entre apoyos 12 - 13

En todos los casos, se respetarán con margen la distancia de 5m del borde de máxima crecida de dicho cauce, y se entregará Separata a Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

### 15.5 Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación

En nuestro proyecto se tiene reforma de un cruzamiento aéreo con una Línea Aérea de Alta Tensión de 220kV de REE denominada “GABIAS-BENAHADUX”.

Dicho cruzamiento es existente, y se modificará al colocar el nuevo apoyo nº5 de entronque derivación Arenal.

Las distancias medidas a los nuevos apoyos son:

- Distancia Apoyo nº5 – punto cruce: **49,34 m**
- Distancia Apoyo nº6 – punto cruce: **53,41 m**

## Cruzamientos

En los cruces de líneas eléctricas se situará a mayor altura la de mayor tensión y se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea de tensión más elevada. En cualquier caso, 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:

**Tabla 7. Distancias entre los conductores y los apoyos en caso de cruzamientos**

Nivel tensión (kV)	Distancia
$U \leq 45$	2
$45 < U \leq 66$	3
$66 < U \leq 132$	4
$132 < U \leq 220$	5
$220 < U \leq 400$	7

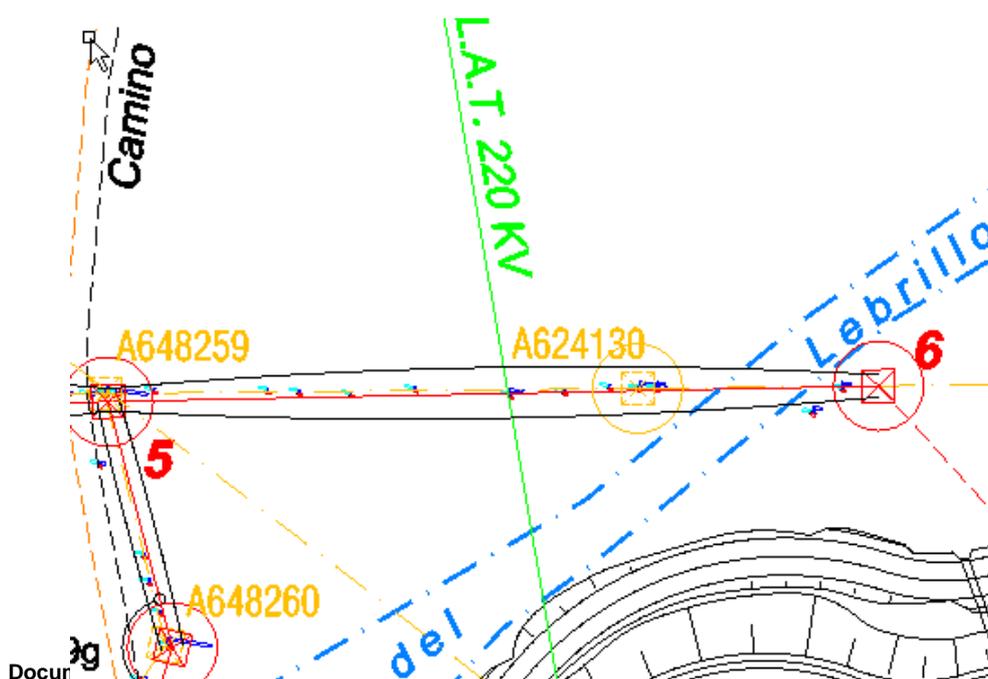
La distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas, en las condiciones más desfavorables, no será inferior a:

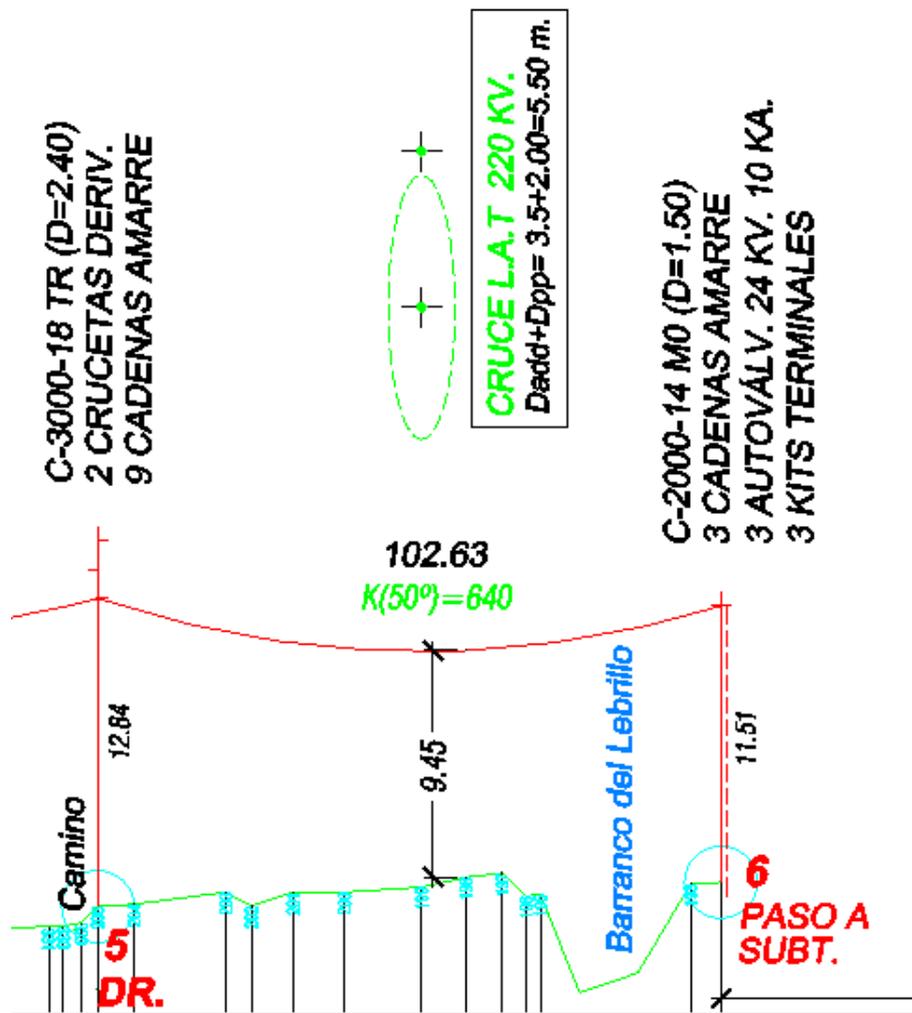
$$D_{add} + D_{pp} \text{ en metros}$$

A la distancia entre conductores ( $D_{pp}$ ) se aplicarán los valores de la tabla 6 y a la distancia de aislamiento adicional se aplicarán los valores de la tabla 8

**Tabla 8. Distancia aislamiento adicional cruzamiento líneas eléctricas**

Tensión nominal red (kV)	Dadd (m)	
	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce $\leq 25$ m	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce $\leq 25$ m
$U \leq 30$	1,8	2,5





Las condiciones de toma de medidas para estudio del cruzamiento fueron:

- Temperatura de medición: 18 °C
- Altura conductor inferior de LAT 220KV: 23,57m
- Atura proyectada LAMT 20kv: 9,45m
- Ángulo entre las trazas: 81,59° Sexag.
- Distancia Apoyo nº5 – punto cruce: 49,34 m
- Distancia Apoyo nº6 – punto cruce: 53,41 m

### Paralelismos

Se evitará la construcción de líneas paralelas de distribución o transporte a distancias inferiores a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

Este mismo criterio se aplicará para el paralelismo con líneas de telecomunicación.

Para nuestro caso, no se tiene paralelismo, sino cruzamiento (datos en punto anterior).

## 15.6 Distancia a carreteras

En general la ubicación de los apoyos en las proximidades de carreteras será a una distancia de la arista de la calzada superior a vez y media su altura, con un mínimo de 25 metros en carreteras y 50 metros en autovías.

En cualquier caso se seguirán las prescripciones indicadas por el órgano competente de la Administración para cada caso particular.

**En nuestro caso, está en construcción una nueva Autovía A44, donde los apoyos implicados más próximos a la carretera ya cuentan con Autorización de ésta, al haberse instalado durante las obras de dicha Autovía.**

- **Afección 002 Autovía A-44: Autorización Admtva nº 13565/AT**
- **Afección 003 Autovía A-44: Autorización Admtva nº 13567/AT**

El resto de tramos proyectados se distan cada vez más de la Autovía, luego no provocan afección.

### Cruzamientos

Considerando lo indicado en el apartado 15.3, la distancia mínima sobre la rasante de la carretera, tanto de los conductores eléctricos como de los cables ADSS, será de 8 metros.

## 15.7 Distancias a ferrocarriles sin electrificar

**En nuestro proyecto no existe éste tipo de cruzamientos.**

La distancia mínima para la ubicación de los apoyos será de 50 metros hasta la arista exterior de la explanación de la vía férrea, y en ningún caso podrán instalarse a una distancia de la arista exterior de la explanación inferior a vez y media de la altura del apoyo.

En cualquier caso se seguirán las prescripciones indicadas por el órgano competente de la Administración.

### Cruzamientos

Teniendo en cuenta lo indicado en el apartado 15.3, la distancia mínima sobre las cabezas de los carriles, tanto de los conductores eléctricos como de los cables ADSS, será de 8 metros.

## 15.8 Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

**En nuestro proyecto no existe éste tipo de cruzamientos.**

La distancia mínima para la ubicación de los apoyos será de 50 metros hasta la arista exterior de la explanación de la vía férrea, y en ningún caso podrán instalarse a una distancia de la arista exterior de la explanación inferior a vez y media de la altura del apoyo.

En cualquier caso se seguirán las prescripciones indicadas por el órgano competente de la Administración.

## Cruzamientos

Considerando lo indicado en el en el apartado 15.3, la distancia mínima vertical entre los conductores eléctricos o los del cable ADSS, con su máxima flecha vertical prevista, y el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril será de 4 metros.

### 15.9 Distancias a teleféricos y cables transportados

**En nuestro proyecto no existe éste tipo de cruzamientos.**

Teniendo en cuenta lo indicado en el apartado 15.3, la distancia mínima vertical entre los conductores eléctricos o los del cable ADSS, con su máxima flecha vertical prevista, y la parte más elevada del teleférico será de 5 metros.

### 15.10 Distancias a ríos y canales, navegables o flotables

**En nuestro proyecto no existe éste tipo de cruzamientos.**

En general la ubicación de los apoyos en las proximidades de ríos y canales navegables será a una distancia del borde del cauce fluvial superior a vez y media su altura, con un mínimo de 25 metros.

## Cruzamientos

Considerando lo indicado en el apartado 15.3, la altura mínima de los conductores eléctricos o los del cable ADSS sobre la superficie del agua para el máximo nivel a alcanzar ésta será:

$$G + D_{add} + D_{el} = G + 2.3 + D_{el} \text{ en metros}$$

Donde G es el gálibo. Si no está definido se utilizará un valor de 4,7 m.

### 15.11 Paso por bosques y masas de arbolado

Cuando se sobrevuelen masas de arbolado se abrirán calles libres de cualquier vegetación que pueda favorecer un incendio, siempre que se cuente con la autorización del organismo competente.

En caso de no disponer del permiso necesario para abrir la calle, se mantendrá entre los conductores en su posición más desfavorable y la masa de arbolado una distancia vertical suficiente para permitir el desarrollo completo de la especie sobrevolada sin necesidad de realizar podas periódicas de la misma. Por lo tanto la distancia de los conductores al suelo deberá ser la altura máxima de la especie sobrevolada, incrementada en 2 metros.

Para nuestro caso, la LAMT existente transita generalmente por monte de matorral bajo, así como terrenos de cultivo con olivar y otros, y sobrevuela algún que otro árbol disperso, por lo que se proyecta salvaguardar más de 2m de altura desde la copa de árboles a la línea.

## 15.12 Distancias a edificios, construcciones y zonas urbanas

En nuestro proyecto no se tienen construcciones próximas.

Además, estando la Línea aérea actualmente sobrevolando construcciones y zonas urbanizables, se soterrarán aquellos tramos con éste tipo de afección, realizándose tramos subterráneos en la Urbanización La Quinta y Urbanización El Arenal.

No se construirán líneas por encima de edificios o instalaciones industriales. Se establece una zona de no edificación definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada en 5 m para todas las tensiones de EDE.

## 15.13 Distancias a gaseoducto

En nuestro proyecto se tiene reforma del cruzamiento con un Gaseoducto subterráneo existente denominado "Granada-Motril" de ENAGÁS.

Conforme el RAT en su ITC-LAT-06 punto 5.2.6 "Cruzamiento con canalizaciones de gas", aunque se documenta el cruzamiento con Línea subterránea, en nuestro caso el cruzamiento es entre un gaseoducto subterráneo y la Línea aérea, aún así se respetarán las distancias indicadas en éste punto del R.A.T.:

En el caso más desfavorable, la distancia a respetar será de 1m. En nuestro caso, se mejora la distancia al punto de cruce con el gaseoducto, pasando de:

- Estado Actual: A624150 – Gaseoducto: 5,19 m
- Estado Futuro: Nuevo Apoyo nº 8 – Gaseoducto: 44,40 m .



## 16 Estudio de Seguridad y Salud. Plan de Seguridad

Durante la construcción e instalación de la LAMT se deberán aplicar las prescripciones e instrucciones de seguridad descritos en la legislación vigente, así como los criterios de seguridad que se establezcan en el Estudio de Seguridad y Salud que la dirección de obra deberá formalizar para cada obra.

El Plan definirá la evaluación de los riesgos existentes en cada fase del proyecto y los medios dispuestos para velar por la prevención de riesgos.

## 17 Normativa de referencia

### 17.1 Normas EDE:

- AND001 – Apoyos de perfiles metálicos para líneas hasta 36 kV.
- AND004 – Apoyos de chapa metálica para líneas aéreas hasta 36 kV.
- AND005– Seccionadores unipolares para líneas aéreas hasta 36 kV.
- AND007– Cortacircuitos fusibles de expulsión seccionadores hasta 36 kV.
- AND008 – Aisladores de vidrio para cadenas de LAAT, de hasta 30 kV.
- AND009 – Herrajes y accesorios para conductores desnudos en LAAT, hasta 30 kV.
- AND017 - Antiescalos para apoyos metálicos de celosía
- GSC003 - Concentric-lay-stranded bare conductors.
- AND012 – Aisladores compuestos para cadenas de LAMT, hasta 30 kV.
- GSCM003 – MV pole mounted switch-disconnectors
- AND015 – Pararrayos óxidos metálicos sin explosores para redes MT, hasta 36 kV.
- NEZ002 – Procedimiento de rotulación para identificación de la red
- BNA001 – Forros de protección antielectrocución de la avifauna en líneas eléctricas de distribución
- NNZ035 – Picas cilíndricas para puesta a tierra
- NNZ015 – Terminales rectos de aleación de aluminio para conductores de aluminio, aluminio-acero y almelec. Instalación exterior
- NZZ009 – Mapas de contaminación industrial.

- NNJ002 – Norma de cables ópticos autoportados (ADSS) para líneas aéreas.
- NNJ004 – Herrajes para cables óptico (OPGW y ADSS) para líneas aéreas.
- NNJ005 – Norma de cajas de empalme para cables de fibra óptica.
- NMJ002 – Procedimiento para la instalación de cables dieléctricos autoportados (ADSS) para líneas aéreas.

## 17.2 Normas UNE, EN, IEC:

- UNE 21018:1980, Normalización de conductores desnudos a base de aluminio, para líneas eléctricas aéreas.
- UNE 21021, Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.
- UNE 21056, Electrodo de puesta a tierra. Picas cilíndricas acoplables de acero-cobre.
- UNE 207017, Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución.
- UNE 207018, Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de distribución.
- UNE 21120, Fusibles de alta tensión.
- UNE 50182, Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
- UNE-EN 60099-4, 2005: Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
- UNE-EN 61109, Aisladores para líneas aéreas. Aisladores compuestos para la suspensión y anclaje de líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V.
- UNE-EN 61466, Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV.
- UNE-EN 60305, Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago.
- UNE-EN 60383, Ensayos de aisladores para líneas superiores a 1000V.

- UNE-EN 61238, Conectores mecánicos y de compresión para cables de energía de tensiones asignadas hasta 36 kV (Um=42 kV).
- UNE-EN 61466, Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV.
- UNE-IEC/TS 60815-3:2013 EX, Selección y dimensionamiento de aisladores de alta tensión destinados para su utilización en condiciones de contaminación. Parte 3: Aisladores poliméricos para redes de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-102:2005, Aparata de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- IEC 60120, Dimensiones de acoplamientos de rótula en cadenas de aisladores.

### 17.3 Normas UIT-T:

- UIT-T G.652 – Características de las fibras y cables ópticos monomodo.
- UIT-T G.655 – Características de los cables de fibra óptica monomodo con dispersión desplazada no nula.
- UIT-T L.13 – Requisitos de calidad para los nodos ópticos pasivos: caja de cierre hermético para entornos exteriores

## 18 Descripción de la Línea Subterránea M.T.

### 18.1 Descripción del trazado

El trazado discurre por **casco urbano de urbanización La Quinta y urbanización El Arenal, de Alhendín**. El recorrido de la línea afectará sólo a terrenos de dominio público, se efectuará por zonas que ofrezcan rasantes presentes o futuras que puedan permanecer permanentes.

La construcción y montaje de la red subterránea se realizará siempre con la preceptiva licencia municipal, de acuerdo con lo que dispongan las Ordenanzas Municipales de cada Ayuntamiento, coordinándose con los diferentes servicios públicos que puedan verse afectados por la nueva obra, quedando así resueltos los posibles problemas de paralelismos y cruzamientos.

Para ver el trazado y canalizaciones, consultar planos adjuntos.

## 18.2 Disposición física de la línea subterránea

Al tender el cable en la zanja se estará **bajo tubo de PE de 200 mm de diámetro para la nueva línea de M.T. y de 160mm para tubos de previsión de una futura B.T.**, cumpliendo la norma CNL002 y, además, por la parte superior irá cubierta por una capa de tierra compactada que le servirá de protección para no ser tocado inadvertidamente al realizar otros trabajos en las proximidades de su emplazamiento. Además, se colocarán cintas de señalización teniendo en cuenta que su distancia mínima al suelo será de 10 cm y de 30 cm a la parte superior del cable.

La profundidad mínima de la canalización deberá ser de 900 mm en acera y de **1200 mm en calzada** a fin de preservar a estos circuitos de las incidencias que se desarrollan en el subsuelo urbano, es decir, la construcción de otras redes subterráneas eléctricas de B.T. de alumbrado público, las acometidas de redes subterráneas de B.T., y demás instalaciones de otros organismos.

## 18.3 Esquema de conexión

La conexión eléctrica será:

- Partirá desde celdas del CD 54283 “LA.QUINTA”, en subterráneo, con cable RH5Z1 de 3x240AL XLPE 18/30KV, con kit de conexión de exterior a un lado para el paso A/S y conexión acodada de 630A a celdas al otro para el CD LA.QUINTA, hasta el apoyo de paso A/S donde se inicia la Línea Aérea, apoyo existente A648258,
- En Aéreo sobrevolará el Barranco El Arenal,
- Nuevamente subterráneo evitando la urbanización en construcción,
- Volverá a aéreo hasta la afección de la Autovía A44 donde se soterra y entronca la derivación al CT Arenal,
- Pasará a aéreo hasta el final de la reforma.
- En la derivación al CT 54246 “Arenal” se soterrará el tramo por terrenos urbanizados de la urbanización

## 18.4 Línea alimentadora

## Cable aislado de potencia

### 18.4.1.1. Descripción del cable

Los cables a utilizar en las redes subterráneas de MT serán unipolares de aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado (R), con pantalla semiconductora sobre el conductor y sobre el aislamiento y con pantalla metálica asociada; Se ajustarán a lo indicado en las Normas UNE-HD 620-10E y UNE 211620:2010 y/o ITC-LAT-06 y a las normas técnicas particulares de Grupo Endesa **DND021**. La tensión de los conductores será de 18/30 Kv y la sección de **240 mm<sup>2</sup>**.

El aislamiento está constituido por un diámetro seco extruido, de polietileno reticulado químicamente (XLPE), de espesor radial adecuado a la tensión nominal del cable, de excelentes características dieléctricas, térmicas, y de gran resistencia a la humedad.

Las características térmicas del polietileno reticulado permiten que el conductor trabaje permanentemente a 90°C, temperatura máxima admisible para este conductor y este tipo de aislamiento.

Los circuitos se compondrán de tres conductores unipolares de aluminio del tipo y características que se indican continuación:

#### **RH5Z1 (S) 18/30 kV 1x240 K AI**

*Restantes características:*

Tipo	Unipolar	
Sección	240 mm <sup>2</sup>	
Naturaleza	Aluminio	
Número mínimo de alambres del conductor	30	
Diámetro mínimo de la cuerda	17,8 mm	
Diámetro máximo de la cuerda	19,2 mm	
Resistencia máxima del conductor a 20 C	0,125 Ω /km	
Aislamiento	XLPE	
Temperatura máxima asignada al conductor	Servicio normal	90 °C
	Cortocircuito 5 seg.	250 °C
Espesor nominal aislamiento XLPE	8 mm	
Espesor nominal de la cubierta	2 mm	
Proceso de fabricación	Triple extrusión simultánea	
Tensión nominal	18/30 kV	

Intensidad máxima admisible en servicio permanente en instalación enterrada a una temperatura de 25 °C	345 A
Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor (1s)	22,56 kA
Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla (1s)	3,44 kA
Radio mínimo de curvatura:	620 mm
Capacidad por Km	0,114 µF/km
Reactancia por Km	0,229 Ω/km

#### 18.4.1.2. Conductor

Los conductores serán circulares compactos de aluminio, de clase 2 según la norma UNE-EN 60228, y estarán formados por varios alambres de aluminio cableados. La sección del conductor previsto es de **240 mm<sup>2</sup> AL**.

#### 18.4.1.3. Semiconductor interior

Estará constituida por una capa de mezcla semiconductor termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor nominal de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

#### 18.4.1.4. Aislamiento

El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, de mezcla aislante tipo Polietileno reticulado XLPE, temperatura de servicio 90°C y temperatura de cortocircuito (duración 5s) de 250 °C.

El espesor mínimo absoluto del aislamiento para un cable RH5Z1 de tensión asignada de 18/30 kV y secciones entre 95 y 400 mm<sup>2</sup> será de 6,4 mm.

#### 18.4.1.5. Pantallas semiconductor externa

Estará constituida por una capa de mezcla semiconductor termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

#### 18.4.1.6. Pantalla sobre el conductor

Su misión es confinar el campo eléctrico, dentro de una superficie cilíndrica equipotencial lo más uniformemente posible, eliminando las irregularidades de los alambres. A tal, se dispone sobre el conductor una capa semiconductor, termoestable y extruida, de espesor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

Sin esta pantalla, el aislamiento quedaría sujeto a distintos gradientes de potencial.

#### 18.4.1.7. Pantalla sobre el aislamiento

La pantalla metálica debe asegurar la conducción de la corriente de falta y evitar la propagación radial de agua en el cable.

Estará realizada con una cinta de aluminio monoplacada, de 0,3 mm de espesor, formando un tubo longitudinal, con bordes superpuestos al menos 5 mm y encolados, este tubo debe quedar adherido longitudinalmente con continuidad a la cubierta.

#### 18.4.1.8. Cubierta exterior no metálica

La cubierta exterior será de color rojo y estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina, tipo DMZ1, de acuerdo con la Norma particular de la compañía suministradora Endesa GE DND001 y DND021 y con la norma UNE –HD 620-5-E.

El espesor nominal de la cubierta estará de acuerdo con la tensión nominal del conductor y la sección del mismo.

### Terminales

#### 18.4.1.9. Terminales apantallados de interior

Los terminales serán adecuados para el tipo de conductor empleado y aptos igualmente para la tensión de servicio. Cumplirán las normas HD-629.2 y UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181. Sus características son:

	150/240 mm <sup>2</sup>	400 mm <sup>2</sup>
Tensión nominal U <sub>o</sub> /U:	18/30 kV	

Tensión más elevada de la red Um:	36 kV	
Tensión a impulsos tipo rayo:	170 kV cresta	
Tensión soportada a frecuencia industrial:	70 kV	
Línea de fuga en atmósfera no contaminada:	>= 408 mm.	
Línea de fuga en atmósfera no contaminada:	>= 600 mm.	
Intensidad nominal:	400 A	630 A
Limite térmico (1s):	28 kA	28 kA
Sobrecarga admisible (8 horas):	600 A	900 A

#### 18.4.1.10. Terminales de exterior termorretráctil

En estos terminales, mediante la aplicación de un tubo termorretráctil de un material especial cubriendo la superficie del aislamiento en el terminal y solapado sobre el semiconductor exterior del cable, se consigue un control del campo que queda repartido sobre la longitud del terminal y evita la concentración de las líneas de campo en la zona en la que termina el semiconductor exterior.

El conjunto se recubre con otro tubo termorretráctil con características anti-tracking y se colocan las campanas para extender la línea de fuga. Cumplieran la norma UNE-HD 629.1-S1.

	150 mm <sup>2</sup>	240 mm <sup>2</sup>	400 mm <sup>2</sup>
Tensión nominal U <sub>0</sub> /U:	18/30 kV		
Tensión más elevada de la red Um:	36 kV		
Tensión a impulsos tipo rayo:	170 kV cresta		
Tensión soportada a frecuencia industrial:	70 kV		
Línea de fuga:	>= 550 mm.		
Intensidad nominal:	315 A	415 A	530 A
Limite térmico (T=160 °C 1s):	13 kA	21 kA	25 kA

### Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. El aislamiento podrá ser constituido a base de cinta semiconductor interior, cinta autovulcanizable, cinta para compactar, trenza de

tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente.

Los empalmes cumplirán las normas UNE 21.021 y UNE-EN 61238, además de la Normas Particulares del Grupo Endesa DND002 para los empalmes y NNZ036 para los manguitos de unión. Las características principales son:

	150 mm <sup>2</sup>	240 mm <sup>2</sup>	400 mm <sup>2</sup>
Tensión nominal	18/30 kV		
Tensión máxima	36 kV		
Tensión de ensayo a 50 Hz (1 min)	72 kV		
Tensión de ensayo onda tipo rayo	170 kV		
Intensidad máxima	315 A	415 A	550 A
Limite térmico (T= 160°C, 1 s)	13 kA	21 kA	25 kA
Limite dinámico	38 kA	50 kA	50 kA

### Autoválvulas-pararrayos

En el paso de aéreo a subterráneo, se deben instalar pararrayos de óxido metálico para la protección de sobretensiones. Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas. La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará ni a través de la estructura del apoyo metálico ni de la armadura, en el caso de apoyos de hormigón armado.

Los pararrayos se ajustarán a la norma UNE-EN 60099 y Norma Particular de la compañía suministradora Endesa AND015. Las características exigidas serán las siguientes:

- Tensión nominal:

Un (kV)	Jr (kV)	Uc (kV)	Ures (kV) máximo	Sistema de neutro red
6	9	7,65	19,8	Puesto a tierra
10	12	10,2	39,6	Aislado
11	12	10,2	39,6	Puesto a tierra
13,2	12	10,2	39,6	Puesto a tierra
15	18	15,3	59,4	Aislado

15,4	18	15,3	59,4	Puesto a tierra
17,5	21	17	69,3	Aislado
<b>20</b>	<b>21</b>	<b>17</b>	<b>69,3</b>	<b>Puesto a tierra</b>
	24	19,5	69,3	Aislado
25	30	25	79,2	Puesto a tierra
	30	25	99	Aislado
30	36	30	118,8	Aislado

- Corriente de descarga nominal: 10 kA.
- Línea de fuga: igual a la exigida para los terminales.
- El aislador de la autoválvula será polimérico.

### Tubos de polietileno

Las características técnicas del tubo de polietileno son:

- Tipo de material: PE (Polietileno).
- Tipo de construcción: Doble pared (Interior lisa, exterior corrugada) rígido.
- Diámetro interior: 165 mm mínimo.
- **Diámetro exterior: 200 mm (Para el tubo M.T.)**
- Resistencia a la compresión: mayor de 450 N.
- Resistencia al impacto: Tipo N (uso normal).
- Color: Rojo.
- Marcas en el tubo: Indeleble. Indicando nombre o marca del fabricante designación, año de fabricación, lote y Norma UNE EN 50086-2-4.
- Resto de características: Según Norma GE CNL002.

## 19 CONCLUSION.

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 de base para la tramitación de la autorización, que esta Compañía desea obtener.

En Granada, marzo de 2018

**Fdo: D. Alejandro Rey-Stolle Degollada**

Ingeniero Industrial Col. 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Oriental



## **CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS:**

**LÍNEA AÉREA DE M.T. CONDUCTOR LA-54,6**  
**LÍNEA SUBTERRÁNEA M.T. CONDUCTOR 240-18/30Kv**  
**JUSTIFICACION DE CELDAS M.T. 24kV**

## CALCULOS

<b>LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS .....</b>	<b>4</b>
1.1 CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL CABLE .....	4
1.2 CAÍDA DE TENSIÓN .....	5
1.3 PÉRDIDAS DE POTENCIA.....	6
<b>2 CÁLCULOS MECÁNICOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN .....</b>	<b>6</b>
2.1 CÁLCULO MECÁNICOS DE LOS CONDUCTORES .....	6
2.1.1 Cargas permanentes .....	6
2.1.2 Carga de viento .....	6
2.1.3 Carga de hielo .....	7
2.1.4 Hipótesis de tracciones máximas .....	8
2.1.5 Hipótesis de flechas máximas.....	9
2.1.6 Determinación de la tracción en los conductores.....	10
2.1.7 Determinación de las flechas.....	10
2.1.8 Fenómenos vibratorios .....	10
2.2 CÁLCULO DE APOYOS .....	11
2.3 AISLAMIENTO Y HERRAJES.....	12
2.3.1 Aisladores .....	12
2.3.2 Herrajes.....	13
<b>3 CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES .....</b>	<b>14</b>
<b>4 PUESTA A TIERRA APOYOS.....</b>	<b>15</b>
4.1 DATOS INICIALES .....	15
4.2 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS .....	16
4.2.1 Apoyos no frecuentados y apoyos frecuentados.....	16
4.2.2 Investigación de las características del terreno. Resistividad. ....	17
4.2.3 Determinación de la intensidad de defecto .....	19
4.2.3.1 Neutro aislado.....	19
4.2.3.2 Neutro a tierra .....	20
4.2.4 Tiempo de eliminación del defecto.....	20
4.2.5 Resistencia de tierra de los electrodos .....	21
4.2.6 Cálculo de tierras apoyos no frecuentados.....	23
4.2.7 Cálculo de tierras apoyos frecuentados .....	23
4.2.7.1 Determinación del aumento de potencial ante un defecto a tierra.....	24
4.2.7.2 Determinación de las tensiones contacto máximas admisibles .....	24
4.2.7.3 Determinación de las tensiones paso máximas admisibles.....	25
4.2.7.4 Determinación de las tensiones contacto y de paso .....	26
4.2.7.5 Comprobación de que con el electrodo seleccionado se satisfacen las condiciones exigidas .....	26
4.3 ANEXO I: TABLAS DE CÁLCULO MECÁNICO .....	26
4.4 ANEXO II. CALCULOS ELECTRICOS DE LINEA AEREA. ....	27

4.4.1	DENSIDAD MAXIMA DE CORRIENTE EN LOS CONDUCTORES. (LA-56) .....	27
4.4.2	INTENSIDAD MAXIMA. ....	28
4.4.3	REACTANCIA. ....	28
4.4.4	POTENCIA ADMISIBLE. ....	29
4.5	ANEXO III. PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS. ....	29
4.5.1	Sistema de tierra para apoyos no frecuentado .....	29
4.5.2	Sistema de tierra para apoyos frecuentado.....	30
4.6	ANEXO IV. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD, CRUZAMIENTO Y PARALELISMOS (APTDO. 5 ITC-LAT-07) .....	33
4.6.1	Distancias en el apoyo.....	34
4.6.1.1	Distancia de los conductores entre si.....	34
4.6.2	Distancia de los conductores y partes puestas a tierra.....	34
<b>5</b>	<b>CÁLCULOS LINEA SUBTERRANEA M.T.....</b>	<b>36</b>
5.1	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL CONDUCTOR.....	36
5.1.1	Resistencia eléctrica .....	36
5.1.2	Reactancia del cable.....	37
5.1.3	Capacidad .....	37
5.2	INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES.....	38
5.2.1	Intensidad máxima admisible en servicio permanente .....	38
5.2.2	Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor .....	39
5.3	CAÍDAS DE TENSIÓN .....	41
5.4	POTENCIA A TRANSPORTAR .....	42
5.5	PÉRDIDAS DE POTENCIA.....	42
<b>6</b>	<b>CELDAS DE MEDIA TENSION .....</b>	<b>43</b>
6.1	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO .....	43
6.1.1	Comprobación por Densidad de Corriente .....	43
6.1.2	Comprobación por Solicitación Electrodinámica.....	43
6.1.3	Comprobación por Solicitación Térmica a Cortocircuito .....	44

# LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

## 1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Los cálculos eléctricos que definen los materiales a instalar se justifican en función de las siguientes premisas.

### 1.1 CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL CABLE

La potencia máxima admisible que circulará por la línea será:

$$P_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{m\acute{a}x} \cdot \cos\varphi_{med}$$

Siendo:

- P<sub>máx</sub>** = Potencia máxima a transportar, en kW.
- U** = Tensión nominal de la línea, en kV.
- I<sub>máx</sub>** = Intensidad máxima admisible del conductor, en A.
- cosφ<sub>med</sub>** = factor de potencia medio de las cargas receptoras

$$\text{En nuestro caso: } P_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} \times 20 \times 199,3 \times 0,8 = \mathbf{5.523,16 \text{ kW}}$$

La intensidad máxima de corriente se obtiene de acuerdo a lo indicado en el apartado 4.2 de la ITC-LAT 07.

La densidad máxima de corriente admisible por un conductor de sección S se obtiene de la tabla 11 de la citada instrucción interpolando entre la sección inferior y superior y aplicando el correspondiente coeficiente reductor en función de su composición.

$$I_{m\acute{a}x} = \sigma \cdot S$$

Siendo:

- σ** = Densidad máxima admisible por un conductor, en A/mm<sup>2</sup>.
- S** = Sección del conductor, en mm<sup>2</sup>.

Los conductores más habituales empleados en las LAMT de EDE y su intensidad máxima admisible son indicados en la Tabla 1.

Tabla 1. Intensidad máxima admisible conductores habituales

Conductor en zonas sin contaminación o con contaminación ligera	Sección (mm <sup>2</sup> )	Alambres Aluminio	Alambres Acero	I <sub>máx</sub> (A)
<b>47AL1/8-ST1A (antes LA-56)</b>	<b>54,6</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>199</b>
94-AL1/22-ST1A (antes LA-110)	116,2	30	7	318
147-AL1/34-ST1A (antes LA-180)	181,6	30	7	431

Conductor en zonas con contaminación salina fuerte o muy fuerte	Sección (mm <sup>2</sup> )	Alambres Aluminio	Alambres Acero	I <sub>máx</sub> (A)
47-AL1/8-A20SA (antes LARL-56)	54,6	6	1	199
67-AL1//11-A20SA (antes LARL-78)	78,6	6	1	253
107-AL1/18-A20SA (antes LARL-125 E)	125,1	6	1	340
119-AL1/28-A20SA (antes LARL-145 E)	147,1	15	4	374
147-AL1/34-A20SA (antes LARL-180 E)	181,3	30	7	431

## 1.2 CAÍDA DE TENSION

La caída de tensión vendrá dada por la siguiente expresión:

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{50} + X \cdot \operatorname{tg} \varphi) \text{ en valor absoluto}$$

$$U_c (\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{50} + X \cdot \operatorname{tg} \varphi) \text{ en valor porcentual}$$

Siendo:

**U<sub>c</sub>** = Caída de tensión objeto del cálculo.

**P** = Potencia a transportar, en kW.

**L** = Longitud de la línea, en km.

**U** = Tensión nominal de la línea, en kV.

**R<sub>50</sub>** = Resistencia del conductor en Ω/km a 50 °C, incluidos el efecto piel y el efecto proximidad.

**X** = Reactancia de la línea en, Ω /km.

**φ** = Angulo de desfase, en radianes.

## 1.3 PÉRDIDAS DE POTENCIA

Se analizarán las pérdidas de potencia por efecto Joule en la línea calculadas de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2$$

Siendo:

$R_{50}$  = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$  (0,6136)

L = Longitud de la línea, en km. (2,650)

I = Intensidad de la línea, en amperios. (199)

En nuestro caso, LA-56,  $P = 3 \times 0,6136 \times 2,650 \times 199^2 = 193,178 \text{ W}$

## 2 CÁLCULOS MECÁNICOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

### 2.1 CÁLCULO MECÁNICOS DE LOS CONDUCTORES

Los criterios de cálculo mecánico de conductores se establecerán en base a lo especificado en el apartado 3 de la ITC-LAT 07.

Las tensiones mecánicas y las flechas con que debe tenderse el conductor dependen de la longitud del vano y de la temperatura del conductor en el momento del tendido, de forma que al variar ésta, la tensión del conductor en las condiciones más desfavorables no sobrepase los límites establecidos. En el cálculo mecánico de los conductores se aplicarán los criterios de diseño indicados en el apartado 2.1.1 y siguientes.

#### 2.1.1 Cargas permanentes

Se consideran cargas verticales debidas al peso propio de los elementos, en este caso del conductor, cadenas de aisladores, herrajes y accesorios.

Los pesos de los conductores y herrajes de las líneas objeto del presente documento son los indicados en las Normas GSC003 para los conductores, AND009 para los herrajes, AND008 para los aisladores de vidrio y AND012 para los aisladores compuestos.

#### 2.1.2 Carga de viento

Se considerará un viento mínimo de referencia de 120 km/h (33,3 m/s) de velocidad, supuesto de componente horizontal y actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

En caso de que se prevea un viento excepcional y superior a 120 km/h, su valor  $V_v$  será fijado por el proyectista en función de las velocidades registradas en las estaciones meteorológicas más próximas a la zona por donde transcurre la línea.

La presión del viento sobre el conductor se calcula para la velocidad especificada  $V_v$  de la forma siguiente, según apartado 3.1.2.1. de la ITC-LAT 07:

$$q = 60 \cdot \left( \frac{v_v}{120} \right)^2 \text{ daN} / \text{m}^2 \text{ para conductores de } d \leq 16 \text{ mm}$$

$$q = 50 \cdot \left( \frac{v_v}{120} \right)^2 \text{ daN} / \text{m}^2 \text{ para conductores de } d > 16 \text{ mm}$$

Por lo tanto, la acción total del viento sobre el conductor se obtiene de la siguiente expresión:

$$P_v = q \cdot d \left( \frac{\text{daN}}{\text{m}} \right)$$

Siendo:

**d** = diámetro del conductor en m.

**q** = presión del viento.

Resultando una presión de viento de:

Tabla 2. Presión de viento por metro lineal sobre los conductores

Denominación conductor	Denominación antigua	Diámetro conductor (mm)	q <sub>v</sub> para viento de 120 km/h (daN/m)	q <sub>v</sub> para viento de 160 km/h (daN/m)	q <sub>v</sub> para viento de 180 km/h (daN/m)
<b>47AL1/8-ST1A</b>	<b>LA 56</b>	<b>9,45</b>	<b>0,567</b>	<b>1,008</b>	<b>1,276</b>
94-AL1/22-ST1A	LA 110	14	0,840	1,493	1,890
147-AL1/34-ST1A	LA 180	17,5	0,875	1,566	1,969
47-AL1/8-20SA	LARL 56	9,45	0,567	1,008	1,276
67-AL1//11-20SA	LARL 78	11,3	0,678	1,205	1,526
107-AL1/18-A20SA	LARL 125E	14,31	0,859	1,526	1,932
119-AL1/28-A20SA	LARL 145 E	15,75	0,945	1,680	2,126
147-AL1/34-A20SA	LARL 180	17,5	0,875	1,566	1,969
148-AL3	D-145	15,8	0,948	1,685	2,133
C 35		7,56	0,454	0,806	1,021
C 50 E		9	0,540	0,960	1,215
C 70		10,85	0,651	1,157	1,465
C 95		12,6	0,756	1,344	1,701

### 2.1.3 Carga de hielo

Las sobrecargas de hielo a considerar para el cálculo de conductores en función de la zona en que se proyecten serán las siguientes:

- Zona A: Altitud inferior a 500 m

No se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo.

- **Zona B: Altitud comprendida entre 500 y 1000 m: NUESTRO CASO**

Se considerarán sometidos los conductores a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor,  $q_v = 0,18 \cdot \sqrt{d}$  daN/m, siendo “d” el diámetro del conductor en milímetros.

- Zona C: Altitud superior a 1000 m

Se considerarán sometidos los conductores a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor,  $q_v = 0,36 \cdot \sqrt{d}$  daN/m, siendo “d” el diámetro del conductor en milímetros. Para altitudes superiores a 1500 metros, el proyectista deberá establecer las sobrecargas de hielo mediante estudios pertinentes, no pudiéndose considerar sobrecarga de hielo inferior a la indicada anteriormente.

Para acciones climatológicas no contempladas en el reglamento y de origen diferente a las definidas en el mismo, se adoptarán las medidas necesarias mediante los cálculos justificativos adecuados.

**En nuestro caso se tiene trazado por zona B.**

## 2.1.4 Hipótesis de tracciones máximas

Las hipótesis de sobrecarga que deberán considerarse para el cálculo de la tensión máxima en los conductores serán las definidas en el apartado 3.2.1 ITC-LAT 07 del R.L.A.T, según la zona por la que discorra la línea, considerando una velocidad el viento de 120 km/h. Las sobrecargas que les son aplicables son las siguientes:

Tabla 3. Resumen hipótesis de tracciones máximas (tabla 4 ITC-LAT 07)

<b>ZONA A, Altitud inferior a 500 m</b>			
<b>Hipótesis</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Sobrecarga de Viento</b>	<b>Sobre carga de hielo</b>
Tracción máxima de viento	-5	Según apartado 2.1.2 y 3.1.2 ITC-LAT 07	No se aplica
<b>ZONA B, Altitud comprendida entre 500 y 1000 m</b>			
<b>Hipótesis</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Sobrecarga de Viento</b>	<b>Sobre carga de hielo</b>
Tracción máxima de viento	-10	Según apartado 2.1.2 y 3.1.2 ITC-LAT 07	No se aplica
Tracción máxima de hielo	-15	No se aplica	Según apartado 2.1.3 y 3.1.3 ITC-LAT 07
<b>ZONA C, Altitud superior a 1000 m</b>			
<b>Hipótesis</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Sobrecarga de Viento</b>	<b>Sobre carga de hielo</b>
Tracción máxima de viento	-15	Según apartado 2.1.2 y 3.1.2 ITC-LAT 07	No se aplica
Tracción máxima de hielo	-20	No se aplica	Según apartado 2.1.3 y 3.1.3 ITC-LAT 07

En caso de que se prevea la aparición en la zona de un viento excepcional, se considerarán los conductores, a la temperatura de -5°C en zona A, -10°C en zona B y -15 °C en zona C, sometidos a su propio peso y a una sobrecarga de viento correspondiente a una velocidad superior a 120 km/h. El valor de la velocidad de viento excepcional será fijado por el proyectista, en función de las velocidades registradas en las estaciones meteorológicas más próximas a la zona por donde transcurre la línea.

En altitudes superiores a 1.500 m se realizarán estudios específicos para determinar la sobrecarga motivada por el hielo, no pudiendo ser nunca inferior a la indicada para la zona C.

La tracción máxima de los conductores no resultará superior a su carga de rotura mínima, dividida por 3, considerándoles sometidos a la hipótesis de sobrecarga de la **Tabla** en función de que la zona sea A, B o C, estos son los siguientes:

**Tabla 4. Tensiones máximas aplicables a los conductores**

Denominación conductor	Denominación antigua	Carga de rotura (daN)	Máxima tracción admisible (daN)	Coficiente de seguridad
<b>47AL1/8-ST1A</b>	<b>LA 56</b>	<b>1.629</b>	<b>543</b>	<b>3,00</b>
94-AL1/22-ST1A	LA 110	4.317	1.439	3,00
147-AL1/34-ST1A	LA 180	6.494	2.164	3,00
47-AL1/8-20SA	LARL 56	1.707	569	3,00
67-AL1//11-20SA	LARL 78	2.312	770	3,00
107-AL1/18-A20SA	LARL 125E	3.502	1.167	3,00
119-AL1/28-A20SA	LARL 145 E	5.669	1.889	3,00
147-AL1/34-A20SA	LARL 180	6.700	2.233	3,00
148-AL3	D-145	4.368	1.456	3,00
C 35		1.342	447	3,00
C 50 E		1.902	634	3,00
C 70		2.735	911	3,00
C 95		3.525	1.175	3,00

### 2.1.5 Hipótesis de flechas máximas

De acuerdo con el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07, se determinará la flecha máxima de los conductores en las siguientes hipótesis:

- Hipótesis de viento:** Sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento, según apartado 3.1.2. ITC-LAT 07 a la temperatura de +15°C, con una velocidad de 120 km/h.
- Hipótesis de temperatura:** Sometidos a la acción de su peso propio a la temperatura de +50°C.

- c) **Hipótesis de hielo:** Sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de hielo según zona, según apartado 3.1.3 ITC-LAT 07, a la temperatura de 0°C.

Sobre carga de hielo según zona:

- No se considera para zona A.
- $018 \cdot \sqrt{d}$  daN/m para zona B.
- $036 \cdot \sqrt{d}$  daN/m para zona C.

Siendo “d” el diámetro del cable en milímetros.

En altitudes superiores a 1.500 m se realizarán estudios específicos para determinar la sobrecarga motivada por el hielo, no pudiendo ser nunca inferior a la indicada para la zona C.

## 2.1.6 Determinación de la tracción en los conductores

Para el cálculo de las flechas y tensiones de los conductores, a partir de unas condiciones iniciales preestablecidas, se utiliza la ecuación de cambio de condiciones en su forma exacta:

$$\frac{2 \cdot T_2}{p_2} \cdot \sinh \frac{a \cdot p_2}{2 \cdot T_2} = \frac{2 \cdot T_1}{p_1} \cdot \sinh \frac{a \cdot p_1}{2 \cdot T_1} \left[ 1 + \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{T_1 - T_2}{E \cdot S} \right]$$

Donde:

**E** = Módulo de elasticidad en daN/mm<sup>2</sup>.

**α** = Coeficiente de dilatación lineal en °C<sup>-1</sup>.

**S** = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

**a** = Vano en m.

**T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>** = Tenses en daN en los estados inicial y final.

**p<sub>1</sub>, p<sub>2</sub>** = Peso del conductor en los estados inicial y final en daN/m.

**θ<sub>1</sub>, θ<sub>2</sub>** = Temperaturas del conductor en los estados inicial y final en °C.

Para condiciones de viento o de hielo será necesario tener en cuenta, para la resolución de la ecuación de cambio de condiciones, la velocidad del viento V y el coeficiente C para el cálculo del peso del manguito de hielo en función de la zona y el diámetro del conductor.

## 2.1.7 Determinación de las flechas

Conocido el valor de T<sub>2</sub>, se calcula la flecha correspondiente con la ecuación siguiente:

$$f = \frac{T_2}{p_2} \cdot \left( \cosh \frac{a \cdot p_2}{2 \cdot T_2} - 1 \right)$$

**f** = Máxima flecha del conductor.

**a** = Vano en m.

**T<sub>2</sub>** = Tenses en daN en los estados inicial y final.

**p<sub>2</sub>** = Peso del conductor en los estados inicial y final en daN/m.

## 2.1.8 Fenómenos vibratorios

El valor denominado EDS, “every day stress”, representa la carga media de todos los días, situación en la que a lo largo del año están los cables un mayor período de tiempo, y que se mide como porcentaje respecto a la carga de rotura:

$$EDS = \frac{\text{Tracción del cable a } 15^{\circ}\text{C de temperatura y calma}}{\text{Carga de rotura del cable}} = \%$$

Cuando el EDS es inferior al 15 %, no se producen fenómenos vibratorios que dañen el conductor, por lo tanto el diseño de las líneas será tal que la tracción a la temperatura de 15°C no supere el 15% de la carga de rotura.

En el diseño se tendrá también en cuenta que el CHS o tensión del conductor en horas frías no sea superior al 20%.

## 2.2 CÁLCULO DE APOYOS

El dimensionado mecánico de los apoyos se realizará teniendo en cuenta:

- El coeficiente de seguridad para la tracción máxima admisible de los conductores será como mínimo de 3, considerando las diferentes hipótesis de sobrecargas establecidas en la tabla 4 de la ITC-LAT 07,
- Aparte del peso propio de los conductores, se contemplarán las hipótesis de sobrecarga que establece la ITC-LAT 07, Apdo. 3.1,
- En cumplimiento de la ITC-LAT 07, Apdo. 3.1.2 se considerará un viento mínimo de 120 km/h sobre los elementos de la línea.
- Para el cálculo de la distancia mínima entre los conductores se considerará un coeficiente de oscilación k, que figura en la Tabla 16, Apdo. 5.4 de la ITC-LAT 07, correspondiente a una  $U_n \leq 30$  kV,
- Los cálculos se realizarán para las sobrecarga según zona (A, B, C),
- Las hipótesis de cálculo, según la ITC-LAT 07, Apdo. 3.5.3, serán las siguientes:
  - 1ª hipótesis: viento.
  - 2ª hipótesis: hielo.
  - 3ª hipótesis: desequilibrio tracciones.
  - 4ª hipótesis: rotura de conductores.
- En caso de cruces o paralelismos, según el apartado 5.3 ITC-LAT 07, el coeficiente de seguridad apoyos, crucetas y cimentaciones deberá ser un 25% superior a lo establecido en el caso de hipótesis normales 1H, 2H y 3H (3H solamente en caso de prescindir de la 4H).

Para el dimensionado de todos los apoyos, se aplicarán las expresiones descritas en la ITC-LAT-07 del RLAT, para cada una de las situaciones de cada apoyo.

En las líneas de tensión nominal objeto del presente proyecto tipo, en los apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de suspensión y amarre con conductores de carga mínima de rotura inferior a 6600 daN, se puede prescindir de la consideración de la cuarta hipótesis, cuando en la línea se verifiquen simultáneamente las siguientes condiciones:

- Que los conductores tengan un coeficiente de seguridad de 3 como mínimo.

- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

Para todas las hipótesis, también se considerará como carga permanente, el desequilibrio que pueda existir en un apoyo de anclaje, cuando los tenses de un lado y otro del apoyo no tengan la misma magnitud. Este tipo de acción no debe confundirse con la hipótesis de desequilibrio (3ª hipótesis el reglamento) que viene especificada en la ITC-LAT 07, hipótesis que se tiene en cuenta por posibles desequilibrios en operaciones de montaje, pero que una vez finalizadas dejan de existir.

## 2.3 AISLAMIENTO Y HERRAJES

### 2.3.1 Aisladores

Según establece la ITC-LAT 07, apartado 3.4, el coeficiente de seguridad mecánico de los aisladores no será inferior a 3. Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

$$C.S = \text{Carga rotura aislador} / T_{\text{máx}} \geq 3$$

Las cadenas de aisladores que se usaran en función de los conductores de la línea se define en la siguiente tabla:

**Tabla 6. Conductores admisibles según cadena de aisladores**

Aislador	Carga de rotura (daN)	Tracción máxima admisible (daN)	Conductores admisibles	Tensión nominal / Tensión más elevada	Nivel contaminación
U40BS	4.000	1.333	LA 56, LA 110, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, C35, C50E, C70, C95.	--	Normal
U70BS	7.000	2.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145, C35, C50E, C70, C95.	--	Normal
CS 70 EB 125/600-455	7.000	2.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145, C35, C50E, C70, C95.	20/24	Alto
CS 100 EB 125/835-455	10.000	3.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-	20/24	Muy alto

			145, C35, C50E, C70, C95.		
CS 70 EB 170/900-555	7.000	2.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145, C35, C50E, C70, C95.	30/36	Alto
CS 100 EB 170/1250-555	10.000	3.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145, C35, C50E, C70, C95.	30/36	Muy alto
CS 70 EB 170/1250-1150	7.000	2.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145, C35, C50E, C70, C95.	30/36	Muy alto
CS 70 EB 125/835-400	7.000	2.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145, C35, C50E, C70, C95.	20/24	Muy alto

También se tendrá que comprobar que la cadena de aisladores seleccionada cumple los niveles de aislamiento para tensiones soportadas (tablas 12 y 13 del apartado 4.4 de la ITC-LAT 07) en función de las Gamas I (corta duración a frecuencia industrial y a la tensión soportada a impulso tipo rayo) y II (impulso tipo maniobra y la tensión soportada a impulso tipo rayo).

### 2.3.2 Herrajes

Según establece el apartado 3.3 de la ITC-LAT 07, los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores, o por los aisladores, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Cuando la carga mínima de rotura se comprobare sistemáticamente mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el amarre igual o superior al 95% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca su deslizamiento.

Las características de los herrajes utilizados para las cadenas cumplirán la norma AND009 “Herrajes y accesorias para conductores desnudos en líneas aéreas AT hasta 36 kV”.

### 3 CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES

Las cimentaciones de las torres constituidas por monobloques de hormigón se calculan al vuelco según el método suizo de Sulzberger.

El momento de vuelco será:

$$M_v = F \left( h + \frac{2}{3} t \right) + F_v \left( \frac{h_t}{2} + \frac{2}{3} t \right)$$

Y el momento resistente al vuelco:

$$M_r = M_1 + M_2$$

Donde:

$$M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot t^4 \quad \text{Momento debido al empotramiento lateral del terreno.}$$

$$M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot t + 0.4 \cdot p \cdot a \quad \text{Momento debido a las cargas verticales}$$

Siendo:

**K** Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 m de profundidad ( $\text{Kg/cm}^2 \times \text{cm}$ )

**F** Esfuerzo nominal del apoyo en kg.

**h** Altura de aplicación del esfuerzo nominal en m.

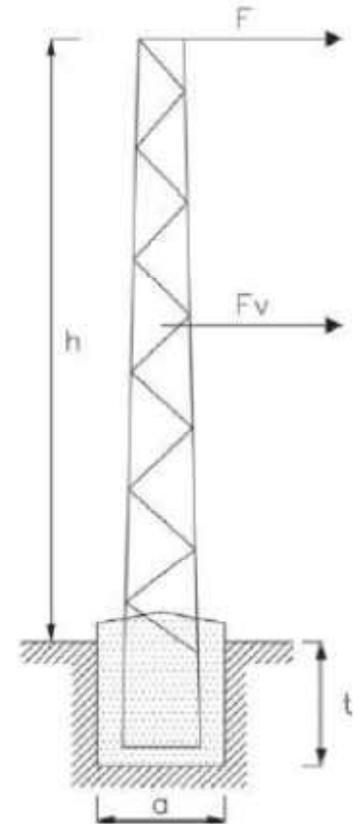
**F<sub>v</sub>** Esfuerzo de viento sobre la estructura en kg.

**h<sub>t</sub>** Altura total del apoyo en m.

**a** Anchura de la cimentación en m.

**t** Profundidad de la cimentación en m.

**p** Peso del apoyo y herrajes en kg.



Estas cimentaciones deben su estabilidad fundamentalmente a las reacciones horizontales del terreno, por lo que teniendo en cuenta el punto 3.6.1. de la ITC-LAT 07, debe cumplirse que:

$$M_1 + M_2 \geq M_v$$

El coeficiente de seguridad resultante entre el momento estabilizador y el momento de vuelco no será inferior a 1,5 en las hipótesis normales (1H y 2H) ni inferior a 1,2 en las demás hipótesis (3H y 4H), excepto en aquellos casos en que se ha prescindido de la 4H por lo que el coeficiente de seguridad para los apoyos en alineación y ángulo en la hipótesis 3H no será inferior a 1,5.

En los correspondientes planos se indican las dimensiones y volúmenes aproximados de excavación de los apoyos, calculadas para 3 tipos de terreno diferentes con coeficientes de compresibilidad de 8, 12 y 16 Kg/cm<sup>2</sup>xcm.

Para nuestro proyecto, los resultados de cimentación adoptados son:

Cantidad	Apoyo	EXCAVACIÓN			HORMIGONADO				
		ANCHO	PROFUNDO	m3	ANCHO	PROFUNDO	m3		
2	C-1000-14	1,17	1,81	2,48			2,69		
3	C-1000-16	1,28	1,84	3,01			3,26		
3	C-1000-18	1,39	1,85	3,57			3,86		
1	C-2000-14	1,17	2,14	2,93			3,14		
4	C-2000-16	1,28	2,16	3,54			3,79		
3	C-2000-18	1,39	2,19	4,23			4,52		
2	C-3000-18	1,39	2,41	4,66			4,95		
				Total:	63,8	m3	Total:	68,5	m3

## 4 PUESTA A TIERRA APOYOS

### 4.1 DATOS INICIALES

Para el cálculo de la instalación de puesta a tierra y de las tensiones de paso y contacto se empleará el procedimiento del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA y sancionado por la práctica.

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

- U** Tensión de servicio de la red (V).
- ρ** Resistividad del terreno (Ω·m).

Duración de la falta:

Tipo de relé para desconexión inicial (Tiempo Independiente o Dependiente).

- I<sub>a</sub>'** Intensidad de arranque del relé de desconexión inicial (A).
- t'** Relé de desconexión inicial a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s).
- K', n'** Relé de desconexión inicial a tiempo dependiente. Constantes del relé que dependen de su curva característica intensidad-tiempo.

Reenganche rápido, no superior a 0'5 seg. (Si o No). En caso afirmativo: Tipo de relé del reenganche (Tiempo Independiente o Dependiente).

- I<sub>a</sub>''** Intensidad de arranque del relé de reenganche rápido (A);
- t''** Relé a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s) tras en reenganche rápido.
- K'', n''** Relé tiempo dependiente. Constantes del relé.

Para el caso de red con neutro aislado:

- C<sub>a</sub>** Capacidad homopolar de la línea aérea (F/Km). Normalmente se adopta  $C_a=0,006 \mu\text{F}/\text{Km}$ .
- L<sub>a</sub>** Longitud total de las líneas aéreas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (Km).
- C<sub>c</sub>** Capacidad homopolar de la línea subterránea (F/Km). Normalmente se adopta  $C_c=0,25 \mu\text{F}/\text{Km}$ .
- L<sub>c</sub>** Longitud total de las líneas subterráneas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (Km).
- $\omega$**  Pulsación de la corriente ( $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314,16 \text{ rad/s}$ ).

Para el caso de red con neutro a tierra:

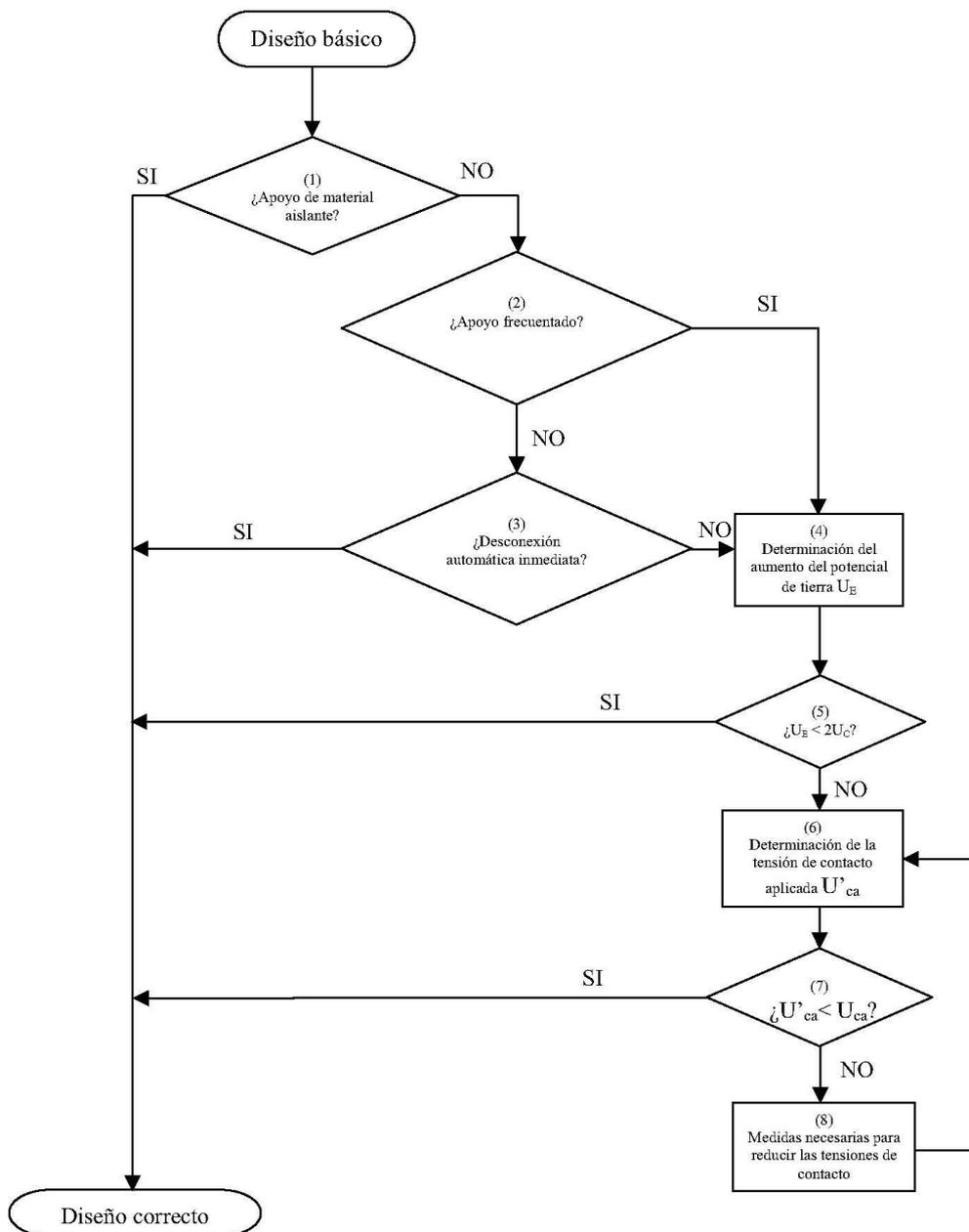
- R<sub>n</sub>** Resistencia de la puesta tierra del neutro de la red ( $\Omega$ ).
- X<sub>n</sub>** Reactancia de la puesta tierra del neutro de la red ( $\Omega$ ).

A continuación se detallan los pasos a seguir para el cálculo y diseño de la instalación de tierra.

## 4.2 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

### 4.2.1 Apoyos no frecuentados y apoyos frecuentados

Los apoyos se clasifican en frecuentados y en no frecuentados según lo indicado en la Memoria del presente PT y el diseño de su puesta a tierra se realiza siguiendo el siguiente esquema:



#### 4.2.2 Investigación de las características del terreno. Resistividad.

Para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra menor o igual a 1'5 kA, el apartado 4.1 de la ITC-RAT 13 admite, que además de medir, se pueda estimar la resistividad del terreno.

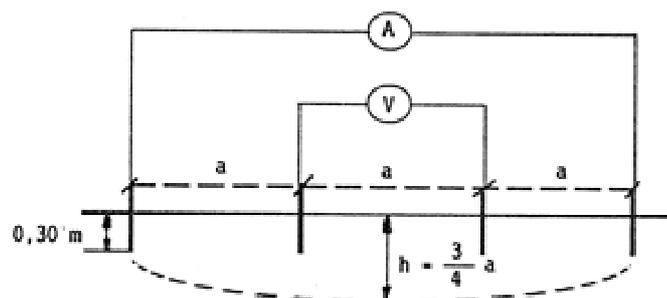
Para la estimación de la resistividad del terreno es de utilidad la tabla siguiente en la que se dan valores orientativos de la misma en función de la naturaleza del suelo:

Tabla 7. Resistividad del terreno

Naturaleza del terreno	Resistividad ( $\Omega \cdot m$ )
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceo	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

En el caso de que se requiera realizar la medición de la resistividad del terreno, se recomienda utilizar el método de Wenner. Se clavarán en el terreno cuatro picas alineadas a distancias ( $a$ ) iguales entre sí y simétricas con respecto al punto en el que se desea medir la resistividad (ver figura siguiente). La profundidad de estas picas no es necesario que sea mayor de unos 30 cm.

Figura 1.- Método de Wenner. Medición de la resistividad del terreno.



Dada la profundidad máxima a la que se instalará el electrodo de puesta a tierra del CTI (h), calcularemos la interdistancia entre picas para realizar la medición mediante la siguiente expresión:

$$a = \frac{4}{3} \cdot h$$

Con el aparato de medida se inyecta una diferencia de potencial (V) entre las dos picas centrales y se mide la intensidad (I) que circula por un cable conductor que une las dos picas extremas. La resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h viene dada por:

$$\rho_h = \frac{2 \cdot \pi \cdot a \cdot V}{I}$$

Si denominamos r a la lectura del aparato:

$$r = \frac{V}{I}$$

la resistividad quedará:

$$\rho_h = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot r$$

siendo:

- $\rho_h$  Resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h ( $\Omega \cdot m$ ).
- $r$  Lectura del equipo de medida ( $\Omega$ ).
- $a$  Interdistancia entre picas en la medida (m).

## 4.2.3 Determinación de la intensidad de defecto

El cálculo de la intensidad de defecto a tierra tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro de la red.

### 4.2.3.1 Neutro aislado

La intensidad de defecto a tierra es la capacitiva de la red respecto a tierra, y depende de la longitud y características de las líneas de MT de la subestación.

Excepto en aquellos casos en los que el proyectista justifique otros valores, para el cálculo de la corriente máxima a tierra en una red con neutro aislado, se aplicará la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

en la que:

- $I_d$  Corriente de defecto en la línea, en A,
- $R_t$  Resistencia de tierra del apoyo más cercano a la falta, en  $\Omega$ ,

El resto de variables tienen la definición y unidades dadas en el apartado 4.1. Esto mismo es aplicable para el resto de referencias del presente documento.

### 4.2.3.2 Neutro a tierra

La intensidad de defecto a tierra, en el caso de redes con el neutro a tierra, es inversamente proporcional a la impedancia del circuito que debe recorrer. Como caso más desfavorable y para simplificar los cálculos, salvo que el proyectista justifique otros aspectos, sólo se considerará la impedancia de la puesta a tierra del neutro de la red de alta tensión y la resistencia del electrodo de puesta a tierra. Ello supone estimar nula la impedancia homopolar de las líneas o cables, con lo que se consigue independizar los resultados de las posteriores modificaciones de la red. Este criterio no será de aplicación en los casos de neutro unido rígidamente a tierra, en los que se considerará dicha impedancia.

Para el cálculo se aplicará, salvo justificación, la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_N^2 + (R_N + R_t)^2}}$$

Siendo:

- $R_t$  Resistencia de tierra del apoyo más cercano a la falta, en  $\Omega$ ,
- $I_d$  Corriente de defecto en la línea, en A,
- $R_N$  Resistencia de puesta a tierra del neutro en la subestación, en  $\Omega$ ,
- $X_N$  Reactancia de puesta a tierra del neutro en la subestación, en  $\Omega$ ,

### 4.2.4 Tiempo de eliminación del defecto

Las líneas de MT disponen de los dispositivos necesarios para despejar, en su caso, los posibles defectos a tierra mediante la apertura del interruptor que actúa por la orden transmitida por un relé que controla la intensidad de defecto.

Respecto a los tiempos de actuación de los relés, las variantes normales son las siguientes:

#### Relés a tiempo independiente:

El tiempo de actuación no depende del valor de la sobreintensidad. Cuando esta supera el valor del arranque, actúa en un tiempo prefijado. En este caso:

$$t' = cte.$$

#### Relés a tiempo dependiente:

El tiempo de actuación depende inversamente de la sobreintensidad. Algunos de los relés más utilizados responden a la siguiente expresión:

$$t' = \frac{K'}{\left(\frac{I_d'}{I_a'}\right)^{n'} - 1}$$

En la tabla siguiente se dan valores de la constante (K') del relé para los tres tipos de curva (n') más utilizadas:

Tabla 8. Curvas de disparo habituales

Normal inversa (n'=0,02)	Muy inversa (n'=1)	Extremadamente inversa (n'=2)
0,014	1,35	8
0,028	2,70	16
0,042	4,05	24
0,056	5,40	32
0,070	6,70	40
0,084	8,10	48
0,098	9,45	56
0,112	10,80	64
0,126	12,15	72
0,140	13,50	80

En el caso de que exista reenganche rápido (menos de 0'5 segundos), el tiempo de actuación del relé tras el reenganche será:

Relé a tiempo independiente:

$$t'' = cte.$$

Relé a tiempo dependiente:

$$t'' = \frac{K''}{\left(\frac{I_d'}{I_a''}\right)^{n''} - 1}$$

La duración total de la falta será la suma de los tiempos correspondientes a la primera actuación más el de la desconexión posterior al reenganche rápido:

$$t = t' + t''$$

#### 4.2.5 Resistencia de tierra de los electrodos

La resistencia de tierra del electrodo, que depende de su forma, dimensiones y de la resistividad del suelo, se puede calcular de acuerdo a las fórmulas contenidas en la siguiente tabla, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas:

Tabla 9. Resistencia electrodos habituales

Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios

Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$

Siendo:

- R Resistencia de tierra del electrodo en  $\Omega$
- $\rho$  Resistividad del terreno de  $\Omega.m$ .
- L Longitud en metros de la pica o del conductor, y en malla la longitud total de los conductores enterrados.
- r radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.

También pueden seleccionarse electrodos de entre las configuraciones tipo de las tablas del Anexo 2 del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría" de UNESA. Las distintas configuraciones posibles vienen identificadas por un código que contiene la siguiente información:

Electrodos con picas en anillo

A-B / C / DE

- A Dimensión del lado mayor del electrodo (dm).
- B Dimensión del lado menor del electrodo (dm).
- C Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).
- D Número de picas.
- E Longitud de las picas (m).

Electrodos con picas alineadas

A / BC

- A Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).
- B Número de picas.
- C Longitud de las picas (m).

Una vez seleccionado el electrodo, obtendremos de las tablas del Anexo 2 del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría" de sus parámetros característicos:

- $K_r$  Valor unitario de la resistencia de puesta a tierra ( $\Omega/\Omega \cdot m$ )
- $K_p$  Valor unitario que representa la máxima tensión de paso unitaria en la instalación ( $V/\Omega \cdot m \cdot A$ )
- $K_c$  Valor unitario que representa la máxima tensión de contacto unitaria en la instalación ( $V/\Omega \cdot m \cdot A$ )

En función de la geometría del electrodo elegido se obtendrá el factor de resistencia de tierra  $K_r$  ( $\Omega/\Omega \cdot m$ ), el valor de resistencia de tierra se obtendrá como:

$$R = \rho \cdot K_r$$

Siendo:

- R:** Resistencia de tierra para electrodo elegido,
- $\rho$ :** Resistividad del terreno en  $\Omega \cdot m$ ,
- $K_r$ :** Factor de resistencia.

#### 4.2.6 Cálculo de tierras apoyos no frecuentados

El electrodo a utilizar en este tipo de apoyos será de tipo lineal, con una o varias picas, de forma que la resistencia de puesta a tierra tenga un valor suficientemente bajo que garantice la actuación de las protecciones, en caso de defecto a tierra, en un tiempo inferior a 1 segundo de acuerdo a lo indicado en el apartado 7.3.4.3 de la ITC-LAT 07.

En función del electrodo seleccionado se calcula su resistencia, la intensidad de defecto y el tiempo de actuación de las protecciones de acuerdo a las expresiones de los apartados anteriores.

El diseño del sistema de puesta a tierra se considerará satisfactorio, desde el punto de vista de la seguridad de las personas, si se verifica que el tiempo previsto de actuación de las protecciones es inferior a 1 segundo. Si no se cumple esta hipótesis se repetirán los cálculos con una configuración distinta del electrodo de tierra.

Una vez ejecutada la instalación de puesta a tierra de los apoyos no frecuentados se realizarán las medidas de resistencia de puesta a tierra para verificar que no se alcanzan valores por encima de los proyectados.

#### 4.2.7 Cálculo de tierras apoyos frecuentados

El electrodo a utilizar en este tipo de apoyos estará compuesto por un anillo cerrado, a una profundidad de al menos 0,50 m, al que se conectarán al menos 2 picas.

Para considerar que el diseño del sistema de puesta a tierra es correcto se debe cumplir que la elevación del potencial de tierra sea menor que dos veces el valor máximo admisible de la tensión de contacto, es decir:

$$U_E < 2 \cdot U_C$$

En caso de no cumplirse la condición anterior será necesario analizar que la tensión de contacto aplicada es inferior a la tensión de contacto aplicada admisible ( $U'_{Ca} \leq U_{Ca}$ ). Esto se garantiza si se cumple que la tensión de contacto calculada para la instalación, ante un posible defecto, es inferior a la tensión de contacto máximo admisible:

$$U'_c \leq U_c$$

Siendo:

- $U_E$  Aumento del potencial de tierra, en V,
- $U'_c$  Tensión de contacto, en V,
- $U_c$  Tensión de contacto máxima admisible, en V,

En caso de no verificarse alguna de las expresiones anteriores, el diseño del sistema de puesta a tierra no será válido y será necesario repetir los cálculos con una configuración distinta o implementar algunas de las medidas adicionales propuestas en el apartado *Clasificación de los apoyos según su ubicación* del documento Memoria para eliminar el riesgo de contacto. En este último caso se deberá comprobar que las tensiones de paso son inferiores a las máximas admisibles:

$$U'_p < U_p$$

Una vez construida la instalación de puesta a tierra de los apoyos frecuentados será necesario realizar la correspondiente medición de las tensiones de contacto, o en su lugar, realizar la medición de la resistencia de puesta a tierra, puesto que se ha establecido una correlación ente los valores de la tensión de contacto y la resistencia de puesta a tierra de acuerdo a un procedimiento sancionado por la práctica.

#### 4.2.7.1 Determinación del aumento de potencial ante un defecto a tierra

El aumento de potencial de tierra cuando el electrodo evacua una corriente de defecto es:

$$U_E = I_d \cdot R$$

Siendo:

- $U_E$ : Aumento de potencial respecto una tierra lejana, en V,
- $I_d$ : Corriente de defecto en la línea, en A,
- $R$ : Resistencia de tierra para electrodo elegido, en  $\Omega$

#### 4.2.7.2 Determinación de las tensiones contacto máximas admisibles

El cálculo de la tensión de contacto máxima admisible se determinará a partir de la tensión de contacto aplicada admisible sobre el cuerpo humano en función del tiempo de duración de la falta, que se establece en la tabla 18 de la ITC-LAT 07:

**Tabla 8. Tensión de contacto aplicada admisible, Tabla 18 ITC-LAT 07**

Duración de la falta $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible $U_{ca}$ (V)
0,05	735

0,1	633
0,2	528
0,3	420
0,4	310
0,5	204
<b>1</b>	<b>107</b>
2	90
5	81
10	80
>10	50

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[ 1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{Z_B} \right] = U_{ca} \cdot \left[ 1 + \frac{R_{a1} + 1,5 \cdot \rho_s}{1.000} \right]$$

Siendo:

- U<sub>c</sub>:** Tensión de contacto máxima admisible, en V.
- U<sub>ca</sub>:** Valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta según tabla 18 ITC-LAT 07, en V.
- R<sub>a1</sub>:** Resistencia del calzado cuya suela sea aislante, solamente donde sea previsible que las personas que frecuentan el apoyo irán calzadas, en Ω.
- R<sub>a2</sub>:** Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno. Se considera que R<sub>a2</sub> = 1,5 · ρ<sub>s</sub>.
- ρ<sub>s</sub>:** Resistividad superficial del terreno en Ω·m.
- Z<sub>B</sub>:** Impedancia del cuerpo humano, se considera 1.000 Ω.

#### 4.2.7.3 Determinación de las tensiones paso máximas admisibles

Las tensiones de paso admisibles son mayores a las tensiones de contacto admisibles, de ahí que si el sistema de puesta a tierra satisface los requisitos establecidos respecto a las tensiones de contacto aplicadas, se puede suponer que, en la mayoría de los casos, no aparecerán tensiones de paso peligrosas.

Cuando las tensiones de contacto calculadas sean superiores a los valores máximos admisibles, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas, debiéndose tomar como referencia lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus fundamentos técnicos:

$$U_p = U_{pa} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10U_{ca} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000} \right]$$

Siendo:

- U<sub>p</sub>:** Tensión de paso máxima admisible, en V,

**U<sub>pa</sub>**: Valor admisible de la tensión de paso aplicada 10 **U<sub>ca</sub>**, que es función de la duración de la corriente de falta según tabla 18 ITC-LAT 07, en V.

**R<sub>a1</sub>**: Resistencia del calzado cuya suela sea aislante, solamente donde sea previsible que las personas que frecuentan el apoyo irán calzadas, en Ω.

**R<sub>a2</sub>**: Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno. Se considera que  $R_{a2} = 1,5 \cdot \rho_s$ ,

**ρ<sub>s</sub>**: Resistividad superficial del terreno en Ω·m.

**Z<sub>B</sub>**: Impedancia del cuerpo humano, se considera 1.000 Ω.

#### 4.2.7.4 Determinación de las tensiones contacto y de paso

En función de la geometría y configuración del electro elegido, y en base a los parámetros indicados en el Anexo 2 del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría" de UNESA, se calculan los valores de la tensión de paso y contacto:

$$U'c = R \cdot \rho \cdot Kc$$

Siendo:

**U'<sub>c</sub>**: Tensión de contacto calculada, en V,

**R**: Resistencia de tierra para electrodo elegido en Ω,

**ρ**: Resistividad del terreno en Ω·m,

**Kc**: Factor de tensión de contacto V/Ω·m.

El valor de la tensión de paso se obtendrá como:

$$U'p = R \cdot \rho \cdot Kp$$

Siendo:

**U'<sub>p</sub>**: Tensión de paso calculada,

**R**: Resistencia de tierra para electrodo elegido en Ω,

**ρ**: Resistividad del terreno en Ω·m,

**Kp**: Factor de tensión de paso en V/Ω·m.

#### 4.2.7.5 Comprobación de que con el electrodo seleccionado se satisfacen las condiciones exigidas

Se debe verificar que se satisfacen las expresiones indicadas en el apartado 4.2.7

$$U_E < 2 \cdot U_C \text{ o } U'_C \leq U_C$$

De igual modo, en caso de que las tensión de contacto sean superiores a los valores máximos admisibles y se definan medidas adicionales que eliminen el riesgo de contacto, será necesario que se satisfaga:

$$U'_p \leq U_p$$

### 4.3 ANEXO I: TABLAS DE CÁLCULO MECÁNICO

# CONDICIONES DE CÁLCULO



Se está aplicando el Artículo 3.5.3

La velocidad del viento para el cálculo es de 120 Km/h

## Condiciones Limitantes del Tense

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Límite 1º		-15°+H v.a.		
Límite 2º		10° v.a.		
Límite 3º				
Límite 4º				

v.a. condicion con tense en valor absoluto. % condición con tense en % de la carga de rotrura.

## Condiciones de Cálculo de los Apoyos

Tipo Apoyo	Hipótesis		Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Suspensión	1ª Hip.	Conductor		-10°+V		
		H. Tierra		-10°+V		
	2ª Hip.	Conductor		-15°+H		
		H. Tierra		-15°+H		
	3ª Hip.	Conductor		8 %T a -15°+H		
		H. Tierra		8 %T a -15°+H		
	4ª Hip.	Conductor		-----		
		H. Tierra		-----		
Amarre	1ª Hip.	Conductor		-10°+V		
		H. Tierra		-10°+V		
	2ª Hip.	Conductor		-15°+H		
		H. Tierra		-15°+H		
	3ª Hip.	Conductor		15 %T a -15°+H		
		H. Tierra		15 %T a -15°+H		
	4ª Hip.	Conductor		-----		
		H. Tierra		-----		
Anclaje	1ª Hip.	Conductor		-10°+V		
		H. Tierra		-10°+V		
	2ª Hip.	Conductor		-15°+H		
		H. Tierra		-15°+H		
	3ª Hip.	Conductor		50 %T a -15°+H		
		H. Tierra		50 %T a -15°+H		
	4ª Hip.	Conductor		100 %T a -15°+H		
		H. Tierra		100 %T a -15°+H		
Fin de Línea	1ª Hip.	Conductor		-10°+V		
		H. Tierra		-10°+V		
	2ª Hip.	Conductor		-15°+H		
		H. Tierra		-15°+H		
	3ª Hip.	Conductor		-----		
		H. Tierra		-----		
	4ª Hip.	Conductor		100 %T a -15°+H		
		H. Tierra		100 %T a -15°+H		

## Condiciones de Flecha Máxima

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Cond. 1		15°+V		
Cond. 2		50°		
Cond. 3		0°+H		
Cond. 4				

## Condiciones del Ángulo de Desvío de la cadena

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Tense		-10°+½V		
Viento		½V		

**POSTEMEL, S.L.**

Ctra. Madrid - Cádiz, Km 532  
Tlf:(+34) 95 451 99 66  
Fax:(+34) 95 425 16 25  
Apdo. de Correos 13314  
41080 SEVILLA  
e-mail:postemel@postemel.es  
http://www.postemel.es



**Referencia:** CONSOLID. LÍNEA A.T. 20 KV. "ALHENDIN", TRAMO APOYO A648258 AL P1

**Empresa:** Ingeniería, Estudios y Proyectos (NIP, S.A.)

**Sr. D.** .

**Estudio N°:** GR\_alhendin2 MOD (a)

### Características de la Línea

Tensión: 20 KV

Zona: B

N° de Apoyos: 2

Longitud de la Línea: 111,48 m

Cables: LA 56 (47-AL1/8-ST1A) {1}

**POSTEMEL, S.L.**

Ctra. Madrid - Cádiz, Km 532  
Tlf:(+34) 95 451 99 66  
Fax:(+34) 95 425 16 25  
Apdo. de Correos 13314  
41080 SEVILLA  
e-mail:postemel@postemel.es  
http://www.postemel.es

# FLECHAS Y TENSIONES

## LA 56 (47-AL1/8-ST1A) {1}

### Zona B

T. max. a -15°+H 544 daN  
EDS a 10° 14,715daN

Sección	54,6 mm <sup>2</sup>
Peso	0,1891 Kg/m
Carga de Rotura	163827 daN
Coef. Dilatación	0,000191 °C <sup>-1</sup>
Modulo Elasticidad	79461 daN/mm <sup>2</sup>
Diametro aparente	9,45 mm
Viento sobre conductor	0,567 daN/m
Resultante P+V	0,597 daN
Resultante P+½V	0,339 daN
Resultante P+H	0,739 daN (Zona B)



Tenses en daN. Flechas en metros. Vanos en metros. Cs es la relación entre la carga de rotura del cable y su tracción máxima.

A. Ini.	Vano	Vano	Regul.	CONDICIONES EN ZONA B												Cs
				50°	40°	30°	20°	15°	10°	0°	0°+H	-5°+V	-10°	-15°	-15°+H	
648258	111,5	111,5	T	121	130	142	156	165	175	199	498	447	231	251	544	3,0
1			F	2,39	2,22	2,04	1,85	1,75	1,65	1,45	2,31	2,08	1,25	1,15	2,11	

Documento VISADO electrónicamente con número: EGR1800262. Validación online coiiar.e-visado.net/validar.aspx Código: ul1hml181231170

# ESFUERZO SOBRE LOS APOYOS

## LA 56 (47-AL1/8-ST1A) {1}

Tensión  
 N° Conductores  
 Long. Cadena  
 Viento Cadena  
 Peso Cadena



**Zona B**

T. max. a -15°+H 544 daN  
 EDS a 10° 15% (246 daN)

En la 4ª hipótesis, para apoyos de ángulo, el esfuerzo que se muestra es en el conductor que se rompe. En el resto de conductores L=0 y T=doble del valor mostrado

Poste	Función Seguridad Zona	Ángulo Comp. ° Cent.	Vano Post. m	Desn. Post. m	N	D. Fases Teórica m	Esfuerzos Horizontales Según Hipótesis				T y F			Esf. Vert. por fase daN	Ang. Os. Cadenas Contr.	
							Hip.	L(daN)	T(daN)	H(daN)	Cs	Temp.	F m			T daN
648258	EXIST.															
1	FL Normal Zona B		0,0	0,0	-0,0205	1,19	1ª	462	41	503	1,500	50°	2,39	121	20	
							2ª	544	0	544	1,500	15°+V	2,35	394	14	
							3ª	-----	-----	-----	1,500	0°+H	2,31	498	49	
							4ª	544	0	-----	1,200	-15°+H	2,11	544	48	

Documento VISADO electrónicamente con número: EGR1800262. Validación online coiiar.e-visado.net/validar.aspx Código: ul1hmla65520181231170





**POSTEMEL, S.L.**

Ctra. Madrid - Cádiz, Km 532  
Tlf:(+34) 95 451 99 66  
Fax:(+34) 95 425 16 25  
Apdo. de Correos 13314  
41080 SEVILLA  
e-mail:postemel@postemel.es  
http://www.postemel.es



**Referencia:** CONSOLID. LÍNEA A.T. 20 KV. "ALHENDIN", TRAMO P2  
AL P6

**Empresa:** Ingeniería, Estudios y Proyectos (NIP, S.A.)

**Sr. D.** .

**Estudio N°:** GR\_alhendin2 MOD (b)

### Características de la Línea

Tensión: 20 KV

Zona: B

N° de Apoyos: 5

Longitud de la Línea: 624,33 m

Cables: LA 56 (47-AL1/8-ST1A) {1}

**POSTEMEL, S.L.**

Ctra. Madrid - Cádiz, Km 532  
Tlf:(+34) 95 451 99 66  
Fax:(+34) 95 425 16 25  
Apdo. de Correos 13314  
41080 SEVILLA  
e-mail:postemel@postemel.es  
http://www.postemel.es

# FLECHAS Y TENSIONES

## LA 56 (47-AL1/8-ST1A) {1}

### Zona B

T. max. a -15°+H 544 daN  
EDS a 10° 14,715daN

Sección	54,6 mm <sup>2</sup>
Peso	0,1891 Kg/m
Carga de Rotura	163827 daN
Coef. Dilatación	0,000191 °C <sup>-1</sup>
Modulo Elasticidad	79461 daN/mm <sup>2</sup>
Diametro aparente	9,45 mm
Viento sobre conductor	0,567 daN/m
Resultante P+V	0,597 daN
Resultante P+½V	0,339 daN
Resultante P+H	0,739 daN (Zona B)



Tenses en daN. Flechas en metros. Vanos en metros. Cs es la relación entre la carga de rotura del cable y su tracción máxima.

A. Ini.	Vano	Vano Regul.		CONDICIONES EN ZONA B												Cs
				50°	40°	30°	20°	15°	10°	0°	0°+H	-5°+V	-10°	-15°	-15°+H	
2	235,8	235,8	T	130	133	136	139	140	142	145	522	436	149	151	537	3,0
3			F	9,92	9,72	9,52	9,31	9,20	9,10	8,88	9,86	9,54	8,67	8,55	9,59	
3	116,4	116,4	T	122	130	141	154	162	171	193	501	446	222	239	544	3,0
4			F	2,58	2,41	2,23	2,03	1,94	1,83	1,63	2,50	2,27	1,42	1,31	2,30	
4	169,6	169,6	T	127	132	137	143	146	150	157	513	438	166	171	538	3,0
5			F	5,26	5,07	4,88	4,68	4,57	4,47	4,25	5,19	4,91	4,03	3,91	4,95	
5	102,6	102,6	T	119	129	143	160	170	182	213	494	448	253	278	544	3,0
6			F	2,06	1,89	1,71	1,53	1,44	1,34	1,15	1,97	1,75	0,96	0,88	1,79	

Documento VISADO electrónicamente con número: EGR1800262. Validación online coiaor.e-visado.net/validar.aspx Código: UAHM1555220181231170

# ESFUERZO SOBRE LOS APOYOS

## LA 56 (47-AL1/8-ST1A) {1}

Tensión  
 N° Conductores  
 Long. Cadena  
 Viento Cadena  
 Peso Cadena



**Zona B**

T. max. a -15°+H 544 daN  
 EDS a 10° 15% (246 daN)

En la 4ª hipótesis, para apoyos de ángulo, el esfuerzo que se muestra es en el conductor que se rompe. En el resto de conductores L=0 y T=doble del valor mostrado

Poste	Función Seguridad Zona	Ángulo Comp. ° Cent.	Vano Post. m	Desn. Post. m	N	D. Fases Teórica m	Esfuerzos Horizontales Según Hipótesis					T y F			Esf. Vert. por fase daN	Ang. O. Cadena Contr.	
							Hip.	L(daN)	T(daN)	H(daN)	Cs	Temp.	F m	T daN			
2	Normal Zona B		235,8	5,9	0,0249	2,23	1ª	440	76	516	1,500	50°	9,92	130	37		
							2ª	537	0	537	1,500	15°+V	9,91	419	44		
							3ª	-----	-----	-----	1,500	0°+H	9,86	522	118		
							4ª	537	0	-----	1,200	-15°+H	9,59	537	118		
3	Normal Zona B		116,4	-1,9	-0,0408	2,23	1ª	0	109	109	1,500	50°	9,92	130	51		
							2ª	0	0	0	1,500	15°+V	9,91	419	39		
							3ª	272	0	272	1,500	0°+H	9,86	522	144		
							4ª	544	0	-----	1,200	-15°+H	9,59	537	143		
4	Normal Zona B		169,6	9,9	0,0743	1,68	1ª	0	90	90	1,500	50°	5,26	127	59		
							2ª	0	0	0	1,500	15°+V	5,25	410	80		
							3ª	272	0	272	1,500	0°+H	5,19	513	179		
							4ª	544	0	-----	1,200	-15°+H	4,95	538	181		
5	Normal Zona B		102,6	1,7	-0,0422	1,68	1ª	0	87	87	1,500	50°	5,26	127	43		
							2ª	0	0	0	1,500	15°+V	5,25	410	31		
							3ª	272	0	272	1,500	0°+H	5,19	513	114		
							4ª	544	0	-----	1,200	-15°+H	4,95	538	113		
6	Normal Zona B		0,0	0,0	-0,0162	1,12	1ª	465	39	503	1,500	50°	2,06	119	19		
							2ª	544	0	544	1,500	15°+V	2,02	390	15		
							3ª	-----	-----	-----	1,500	0°+H	1,97	494	48		
							4ª	544	0	-----	1,200	-15°+H	1,79	544	47		

Documento VISADO electrónicamente con número: EGR1800262. Validación online coiiar.e-visado.net/validar.aspx Código: ul1hmla65520181231170





**POSTEMEL, S.L.**

Ctra. Madrid - Cádiz, Km 532  
Tlf:(+34) 95 451 99 66  
Fax:(+34) 95 425 16 25  
Apdo. de Correos 13314  
41080 SEVILLA  
e-mail:postemel@postemel.es  
http://www.postemel.es



**Referencia:** CONSOLID. LÍNEA A.T. 20 KV. "ALHENDIN", TRAMO P7 A  
SN-1

**Empresa:** Ingeniería, Estudios y Proyectos (NIP, S.A.)

**Estudio N°:** GR\_alhendin2 MOD (c)

### Características de la Línea

Tensión: 20 KV

Zona: B

N° de Apoyos: 14

Longitud de la Línea: 1911,02 m

Cables: LA 56 (47-AL1/8-ST1A) {1}

# FLECHAS Y TENSIONES

## LA 56 (47-AL1/8-ST1A) {1}

Sección	54,6 mm <sup>2</sup>
Peso	0,1891 Kg/m
Carga de Rotura	163827 daN
Coef. Dilatación	0,000197 °C <sup>-1</sup>
Modulo Elasticidad	79461 daN/mm <sup>2</sup>
Diametro aparente	9,45 mm
Viento sobre conductor	0,567 daN/m
Resultante P+V	0,597 daN
Resultante P+½V	0,339 daN
Resultante P+H	0,739 daN (Zona B)



**Zona B**

T. max. a -15°+H 544 daN  
 EDS a 10° 14,715daN

Tenses en daN. Flechas en metros. Vanos en metros. Cs es la relación entre la carga de rotura del cable y su tracción máxima.

A. Ini. A. Fin.	Vano Regul.	Vano Regul.	T F	CONDICIONES EN ZONA B												Cs
				50°	40°	30°	20°	15°	10°	0°	0°+H	-5°+V	-10°	-15°	-15°+H	
7 8	113,9	113,9	T F	121 2,48	130 2,31	142 2,13	155 1,94	164 1,84	173 1,74	196 1,53	500 2,40	447 2,17	227 1,33	245 1,23	544 2,20	3,0
8 9	136,8	136,8	T F	124 3,51	131 3,33	139 3,14	148 2,94	153 2,84	159 2,73	173 2,52	505 3,43	441 3,17	189 2,30	199 2,18	540 3,21	3,0
9 10	136,8	136,8	T F	123 3,57	129 3,39	137 3,20	146 3,00	151 2,90	156 2,80	169 2,59	500 3,48	436 3,22	185 2,36	195 2,25	534 3,26	3,0
10 11	145,8	145,8	T F	126 3,92	132 3,73	139 3,54	148 3,34	152 3,24	158 3,13	169 2,91	511 3,85	444 3,58	183 2,69	192 2,57	543 3,62	3,0
11 12	124,4	124,4	T F	122 2,95	130 2,77	139 2,59	150 2,39	157 2,29	164 2,19	182 1,98	500 2,86	442 2,62	204 1,76	218 1,65	539 2,66	3,0
12 13	189,1	189,1	T F	127 6,59	130 6,40	135 6,20	139 6,00	142 5,90	144 5,79	150 5,58	510 6,52	432 6,22	156 5,36	159 5,24	531 6,26	3,0
13 14	152,6	152,6	T F	123 4,45	128 4,27	134 4,08	141 3,88	145 3,78	149 3,67	158 3,46	500 4,36	430 4,09	169 3,24	175 3,12	528 4,13	3,0
14 15	133,1	133,1	T F	122 3,38	129 3,20	137 3,01	147 2,82	152 2,71	158 2,61	172 2,40	500 3,29	438 3,04	190 2,18	200 2,06	535 3,08	3,0
15 16	221,6	221,6	T F	129 8,90	131 8,71	135 8,51	138 8,30	140 8,20	141 8,09	145 7,88	516 8,84	432 8,52	149 7,66	151 7,55	532 8,57	3,0
16 17	146,9	146,9	T F	125 4,00	131 3,81	138 3,62	146 3,42	151 3,32	156 3,21	167 3,00	509 3,92	441 3,65	181 2,77	189 2,66	540 3,69	3,0
17 18	120,1	120,1	T F	122 2,74	130 2,57	140 2,39	153 2,19	160 2,09	168 1,99	188 1,78	501 2,66	445 2,42	214 1,57	229 1,46	542 2,46	3,0
18 19	120,1	120,1	T F	120 2,83	127 2,65	137 2,47	148 2,28	155 2,18	163 2,08	181 1,87	493 2,73	436 2,49	204 1,65	219 1,54	533 2,53	3,0
19 SN1	169,8	169,8	T F	127 5,28	132 5,09	137 4,89	143 4,69	146 4,59	150 4,48	157 4,27	513 5,21	438 4,92	166 4,04	171 3,93	538 4,97	3,0

Documento VISADO electrónicamente con número: EGR1800262. Variación original de cable. e-visitado. Ref: Valor.aspx Código: UH111155220181231170

# ESFUERZO SOBRE LOS APOYOS

## LA 56 (47-AL1/8-ST1A) {1}

Tensión  
 N° Conductores  
 Long. Cadena  
 Viento Cadena  
 Peso Cadena



**Zona B**

T. max. a -15°+H 544 daN  
 EDS a 10° 15% (246 daN)

En la 4ª hipótesis, para apoyos de ángulo, el esfuerzo que se muestra es en el conductor que se rompe. En el resto de conductores L=0 y T=doble del valor mostrado

Poste	Función Seguridad Zona	Ángulo Comp. ° Cent.	Vano Post. m	Desn. Post. m	N	D. Fases Teórica m	Esfuerzos Horizontales Según Hipótesis					T y F			Esf. Vert. por fase daN	Ang. Os Cadena Contr
							Hip.	L(daN)	T(daN)	H(daN)	Cs	Temp.	F m	T daN		
7	Normal Zona B		113,9	-1,2	-0,0104	1,21	1ª	462	42	503	1,500	50°	2,48	121	21	
							2ª	544	0	544	1,500	15°+V	2,45	396	18	
							3ª	-----	-----	-----	1,500	0°+H	2,40	500	55	
							4ª	544	0	-----	1,200	-15°+H	2,20	544	54	
8	Normal Zona B		136,8	-7,7	-0,0458	1,40	1ª	0	81	81	1,500	50°	3,51	124	41	
							2ª	0	0	0	1,500	15°+V	3,48	402	28	
							3ª	272	0	272	1,500	0°+H	3,43	505	105	
							4ª	544	0	-----	1,200	-15°+H	3,21	540	103	
9	Normal Zona B		136,8	-16,0	-0,0604	1,42	1ª	0	87	87	1,500	50°	3,57	123	42	
							2ª	0	0	0	1,500	15°+V	3,53	398	25	
							3ª	270	0	270	1,500	0°+H	3,48	500	107	
							4ª	540	0	-----	1,200	-15°+H	3,26	534	105	
10	Normal Zona B		145,8	-0,8	0,1108	1,47	1ª	0	90	90	1,500	50°	3,92	126	63	
							2ª	0	0	0	1,500	15°+V	3,90	407	94	
							3ª	272	0	272	1,500	0°+H	3,85	511	195	
							4ª	543	0	-----	1,200	-15°+H	3,62	543	199	
11	Normal Zona B	168,00°	124,4	-8,9	-0,0657	1,47	1ª	1	310	310	1,500	50°	3,92	126	41	
							2ª	4	269	273	1,500	15°+V	3,90	407	23	
							3ª	263	203	466	1,500	0°+H	3,85	511	102	
							4ª	526	135	-----	1,200	-15°+H	3,62	543	100	
12	Normal Zona B		189,1	-20,1	-0,0348	1,86	1ª	0	98	98	1,500	50°	6,59	127	48	
							2ª	0	0	0	1,500	15°+V	6,57	409	38	
							3ª	270	0	270	1,500	0°+H	6,52	510	133	
							4ª	539	0	-----	1,200	-15°+H	6,26	531	133	
13	Normal Zona B		152,6	-23,8	-0,0492	1,86	1ª	0	106	106	1,500	50°	6,59	127	50	
							2ª	0	0	0	1,500	15°+V	6,57	409	37	
							3ª	266	0	266	1,500	0°+H	6,52	510	138	
							4ª	531	0	-----	1,200	-15°+H	6,26	531	136	
14	Normal Zona B	126,00°	133,1	14,5	0,2643	1,56	1ª	9	565	573	1,500	50°	4,45	123	82	
							2ª	6	584	590	1,500	15°+V	4,42	398	155	
							3ª	224	441	665	1,500	0°+H	4,36	500	273	
							4ª	448	294	-----	1,200	-15°+H	4,13	528	281	
15	Normal Zona B		221,6	-17,1	-0,1859	2,13	1ª	0	110	110	1,500	50°	8,90	129	33	
							2ª	0	0	0	1,500	15°+V	8,89	414	-19	
							3ª	268	0	268	1,500	0°+H	8,84	516	72	
							4ª	535	0	-----	1,200	-15°+H	8,57	532	67	
16	Normal Zona B	170,00°	146,9	-6,8	0,0310	2,13	1ª	14	318	333	1,500	50°	8,90	129	62	
							2ª	8	250	258	1,500	15°+V	8,89	414	71	
							3ª	263	189	452	1,500	0°+H	8,84	516	188	
							4ª	525	126	-----	1,200	-15°+H	8,57	532	188	
17	Normal Zona B	151,00°	120,1	4,3	0,0821	1,49	1ª	7	421	428	1,500	50°	4,00	125	58	
							2ª	2	406	408	1,500	15°+V	3,97	406	81	
							3ª	251	305	557	1,500	0°+H	3,92	509	175	
							4ª	503	204	-----	1,200	-15°+H	3,69	540	178	
18	Normal Zona B		120,1	-16,8	-0,1757	1,28	1ª	0	78	78	1,500	50°	2,83	120	25	
							2ª	0	0	0	1,500	15°+V	2,78	391	-23	
							3ª	271	0	271	1,500	0°+H	2,73	493	37	
							4ª	542	0	-----	1,200	-15°+H	2,53	533	30	
19	Normal Zona B	196,00°	169,8	10,1	0,1990	1,68	1ª	3	120	123	1,500	50°	5,28	127	75	
							2ª	5	34	39	1,500	15°+V	5,26	410	129	
							3ª	269	25	294	1,500	0°+H	5,21	513	242	
							4ª	538	17	-----	1,200	-15°+H	4,97	538	249	

Documento VISADO electrónicamente con número: EGR1800262. Validación online coii.or.e-visado.net/validar.aspx Código: ul1hmla5520181231170









R.U.A.: Apoyo atomillado según RU 6704A; R.U.S.: Apoyo soldado según E.A. 0015:2003. Los apoyos seleccionados son los diseñados por Postemel y podrían no ser válidos los de otros fabricantes. Los pesos de los apoyos no incluyen los armados.

Poste	Función Seguridad Zona	Ángulo Comp. ° Cent.	Denominación del Apoyo	Datos de las Fundaciones					Altura Apoyo		Peso Apoyo Kg
				h m	a m	Exc. m³	Horm. m³	K Kg/cm³	Útil m	Libre m	
7	FL Normal Zona B		C - 2000 - 14 - R.U.A. -M0 - 1,50 - Atirantada PASO A SUBTERRÁNEO	2,14	1,17	2,93	3,14	8	12,11	12,11	700
8	AN Normal Zona B		C - 1000 - 16 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	1,84	1,28	3,01	3,26	8	11,41	14,41	570
9	AN Normal Zona B		C - 1000 - 16 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	1,84	1,28	3,01	3,26	8	11,41	14,41	570
10	AN Normal Zona B		C - 1000 - 16 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	1,84	1,28	3,01	3,26	8	11,41	14,41	570
11	AN-ANG Normal Zona B	168,00°	C - 2000 - 18 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,19	1,39	4,23	4,52	8	13,06	16,06	1003
12	AN Normal Zona B		C - 1000 - 18 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	1,85	1,39	3,57	3,86	8	13,40	16,40	660
13	AN Normal Zona B		C - 1000 - 18 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	1,85	1,39	3,57	3,86	8	13,40	16,40	660
14	AN-ANG Normal Zona B	126,00°	C - 3000 - 18 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,41	1,39	4,66	4,95	8	12,84	15,84	1230
15	AN Normal Zona B		C - 1000 - 14 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	1,81	1,17	2,48	2,69	8	9,44	12,44	470
16	AN-ANG Normal Zona B	170,00°	C - 2000 - 14 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,14	1,17	2,93	3,14	8	9,11	12,11	700
17	AN-ANG Normal Zona B	151,00°	C - 2000 - 18 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5 Apoyo de Derivación, 2 CRUCETAS DR.	2,19	1,39	4,23	4,52	8	13,06	16,06	1003
18	AN Normal Zona B		C - 1000 - 14 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	1,81	1,17	2,48	2,69	8	9,44	12,44	470
19	AN-ANG Normal Zona B	196,00°	C - 2000 - 18 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5 Apoyo de Derivación, 3 CRUCETAS DR.	2,19	1,39	4,23	4,52	8	13,06	16,06	1003
SN1	EXIST.										

Documento VISA DO electrónicamente con número: EGR1800262. Validación online coilbor.evisado.net/validar.aspx Código: urn:hml:155220181231170

**POSTEMEL, S.L.**

Ctra. Madrid - Cádiz, Km 532  
Tlf:(+34) 95 451 99 66  
Fax:(+34) 95 425 16 25  
Apdo. de Correos 13314  
41080 SEVILLA  
e-mail:postemel@postemel.es  
http://www.postemel.es



**Referencia:** CONSOLID. LÍNEA A,T, 20 KV. "ALHENDIN",  
DERIVACIÓN CT. 54246 (ARENAL)

**Empresa:** Ingeniería, Estudios y Proyectos (NIP, S.A.)

**Sr. D.** .

**Estudio N°:** GR\_alhendin2 MOD (DR)

### Características de la Línea

Tensión: 20 KV

Zona: B

N° de Apoyos: 5

Longitud de la Línea: 260,48 m

Cables: LA 56 (47-AL1/8-ST1A) {1}

**POSTEMEL, S.L.**

Ctra. Madrid - Cádiz, Km 532  
Tlf:(+34) 95 451 99 66  
Fax:(+34) 95 425 16 25  
Apdo. de Correos 13314  
41080 SEVILLA  
e-mail:postemel@postemel.es  
http://www.postemel.es

# FLECHAS Y TENSIONES

## LA 56 (47-AL1/8-ST1A) {1}

### Zona B

T. max. a -15°+H 544 daN  
EDS a 10° 14,715daN

Sección	54,6 mm <sup>2</sup>
Peso	0,1891 Kg/m
Carga de Rotura	163827 daN
Coef. Dilatación	0,000191 °C <sup>-1</sup>
Modulo Elasticidad	79461 daN/mm <sup>2</sup>
Diametro aparente	9,45 mm
Viento sobre conductor	0,567 daN/m
Resultante P+V	0,597 daN
Resultante P+½V	0,339 daN
Resultante P+H	0,739 daN (Zona B)



Tenses en daN. Flechas en metros. Vanos en metros. Cs es la relación entre la carga de rotura del cable y su tracción máxima.

A. Ini.	Vano	Vano Regul.		CONDICIONES EN ZONA B												Cs
				50°	40°	30°	20°	15°	10°	0°	0°+H	-5°+V	-10°	-15°	-15°+H	
5	34,1	34,1	T	66	85	119	175	209	246	324	391	404	404	445	489	3,2
20			F	0,42	0,33	0,23	0,16	0,13	0,11	0,09	0,28	0,22	0,07	0,06	0,23	
20	86,0	86,0	T	112	124	141	163	178	195	238	477	442	293	325	536	3,0
21			F	1,55	1,39	1,23	1,06	0,97	0,89	0,73	1,44	1,26	0,59	0,53	1,29	
21	63,5	63,5	T	104	122	149	189	215	244	311	467	453	385	424	544	3,0
22			F	0,90	0,77	0,63	0,49	0,43	0,38	0,30	0,80	0,66	0,24	0,22	0,68	
22	77,0	77,0	T	109	123	143	172	190	212	265	473	446	329	364	538	3,0
23			F	1,27	1,12	0,97	0,81	0,73	0,65	0,52	1,16	1,00	0,42	0,38	1,02	

Documento VISADO electrónicamente con número: EGR1800262. Validación online coiiar.e-visado.net/validar.aspx Código: UAHM1555220181231170

# ESFUERZO SOBRE LOS APOYOS

## LA 56 (47-AL1/8-ST1A) {1}

Tensión  
 N° Conductores  
 Long. Cadena  
 Viento Cadena  
 Peso Cadena



**Zona B**

T. max. a -15°+H 544 daN  
 EDS a 10° 15% (246 daN)

En la 4ª hipótesis, para apoyos de ángulo, el esfuerzo que se muestra es en el conductor que se rompe. En el resto de conductores L=0 y T=doble del valor mostrado

Poste	Función Seguridad Zona	Ángulo Comp. ° Cent.	Vano Post. m	Desn. Post. m	N	D. Fases Teórica m	Esfuerzos Horizontales Según Hipótesis					T y F			Esf. Vert. por fase daN	Ang. O. Cadena Contr.	
							Hip.	L(daN)	T(daN)	H(daN)	Cs	Temp.	F m	T daN			
5	FL Normal Zona B		34,1	8,1	0,2387	0,61	1ª	438	19	457	1,500	50°	0,42	66	31		
							2ª	489	0	489	1,500	15°+V	0,31	285	83		
							3ª	-----	-----	-----	1,500	0°+H	0,28	391	124		
							4ª	489	0	-----	1,200	-15°+H	0,23	489	147		
20	AN-ANG Reforz. Zona B	164,00°	86,0	-11,9	-0,3766	1,00	1ª	23	293	316	1,875	50°	1,55	112	3		
							2ª	45	286	331	1,875	15°+V	1,49	374	-85		
							3ª	257	224	481	1,500	0°+H	1,44	477	-80		
							4ª	514	149	-----	1,200	-15°+H	1,29	536	-111		
21	AN-ANG Reforz. Zona B	156,00°	63,5	2,4	0,1753	1,00	1ª	17	369	386	1,875	50°	1,55	112	57		
							2ª	8	366	374	1,875	15°+V	1,49	374	102		
							3ª	256	276	532	1,500	0°+H	1,44	477	174		
							4ª	512	184	-----	1,200	-15°+H	1,29	536	185		
22	AN-ANG Normal Zona B	175,00°	77,0	9,1	0,0811	0,92	1ª	12	234	245	1,500	50°	1,27	109	46		
							2ª	6	211	217	1,500	15°+V	1,21	369	67		
							3ª	267	159	426	1,500	0°+H	1,16	473	126		
							4ª	534	106	-----	1,200	-15°+H	1,02	538	131		
23	FL Normal Zona B		0,0	0,0	-0,1184	0,92	1ª	469	31	500	1,500	50°	1,27	109	6		
							2ª	538	0	538	1,500	15°+V	1,21	369	-25		
							3ª	-----	-----	-----	1,500	0°+H	1,16	473	-10		
							4ª	538	0	-----	1,200	-15°+H	1,02	538	-18		

Documento VISADO electrónicamente con número: EGR1800262. Validación online coiiar.e-visado.net/validar.aspx Código: ul1hmla165520181231170





## 4.4 ANEXO II. CALCULOS ELECTRICOS DE LINEA AEREA.

En la línea que se proyecta se emplearán conductores desnudos de aluminio-acero galvanizado.

Consta de un simple circuito, ya que con la capacidad de transporte de los conductores que se emplean, y que se describen más adelante, se cubren las necesidades de distribución previstas.

Se utilizará **LA-56 (47-AL1/8-ST1A)**. Sus características son las siguientes:

### LA-56 (47-AL1/8-ST1A)

Material.....	Aluminio-Acero
Sección total.....	54,6 mm <sup>2</sup>
Diámetro aparente.....	9,45 mm
Radio.....	4,725 mm
Número hilos Al.....	6
Número hilos Ac.....	1
Peso unitario.....	0,185 Kg/
Módulo de elasticidad.....	7900 daN/m <sup>2</sup>
Coefficiente dilatación.....	19,1 x 10 E-6 1/°C
Resistencia eléctrica.....	0,6136 Ω/Km
Carga de rotura.....	1.640 daN

### 4.4.1 DENSIDAD MAXIMA DE CORRIENTE EN LOS CONDUCTORES. (LA-56)

La densidad máxima de corriente admisible en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz se deduce del apartado 4.2 de la ITC-LAT 07 del RLAT.

De la tabla 11 del indicado apartado, e interpolando entre la sección inferior y superior a la del conductor en estudio, se tiene que para conductores de aluminio la densidad de corriente será:

$$D_{AL} = 3.897 \text{ A/mm}^2$$

Teniendo presente la composición del cable, que es 6+1, el coeficiente de reducción (CR) a aplicar será de 0,937, con lo que la intensidad nominal del conductor será:

$$D_{Al-ac} = D_{Al} \times CR = 3,897 \times 0,937 = 3,651 \text{ A/mm}^2$$

#### 4.4.2 INTENSIDAD MAXIMA.

La intensidad máxima admisible en este conductor será de:

$$I_{m\acute{a}x} = D \times S = 3,651 \times 54,6 = 199,3 \text{ Amp}$$

#### 4.4.3 REACTANCIA.

La reactancia kilométrica de la línea se calculo según la expresión:

$$W = wL = 2 \pi f L \Omega/\text{Km}$$

Siendo “L” el coeficiente de autoinducción:

$$L = (0,5 + 4,605 \log D_m/r) 10 \text{ E-4 H/Km}$$

Con lo que:

$$X = 2 \pi f (0,5 + 4,605 \log D/r) 10 \text{ E-4 } \Omega/\text{Km}$$

$$X = 0,0314 (0,5 + 4,605 \log D/r) \Omega/\text{Km}$$

donde:

**X**= Reactancia, en Ohmios por kilometro

**F**= Frecuencia de la red, en herzios.

**D<sub>m</sub>**= Separación media geométrica entre conductores en mm (2400 mm)

**r**= radio del conductor, en mm (4,72 mm)

**K**= Cte., que para los conductores masivos en 0,64

El valor de D<sub>m</sub> lo determinaremos a partir de las distancias d1,d2, d3 entre conductores, que proporciona el montaje de la cruceta.

Para la separación media geométrica entre conductores y el radio del conductor, que nos ocupa, la reactancia valdrá:

$$X = 0,407 \Omega/\text{Km}$$

#### 4.4.4 POTENCIA ADMISIBLE.

La potencia que podrá transportar viene delimitada, en primer lugar, por la intensidad máxima referida y, en segundo lugar, por la caída de tensión.

La máxima potencia que podrá transportar la línea limitada por la intensidad máxima será de:

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} \times U \times I_{\text{máx}} \times \cos \phi$$

U= 20 kV (caso más desfavorable)

I<sub>max</sub>= 199,3 Amp

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} \times 20 \times 199,3 \times 0,8 = 5.523,16 \text{ kW}$$

#### 4.5 ANEXO III. PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS.

El sistema de puesta a tierra se diseñara teniendo en cuenta la clasificación de los apoyos según sean frecuentados o no frecuentados.

Los apoyos que tienen dispositivos de maniobra consideraran como Frecuentados.

**En nuestro caso, solo se consideran Frecuentados los apoyos próximos a calles, con pasos Aereo/Subterráneo:**

	Apoyo No Frecuentado	Apoyo Frecuentado
Apoyo 1,2,20		<b>X</b>
Resto	<b>X</b>	

##### 4.5.1 Sistema de tierra para apoyos no frecuentado

Según los datos suministrados por Endesa Distribución, sobre defectos a tierra, son los siguientes:

- Intensidad máxima de defecto a tierra: 300 A
- Tiempo máximo de desconexión automática: 1s

**Conforme lo citado en el RLAT, punto 7.3.4.3 “Verificación del sistema de PAT” aclaración (3), en los casos en los que la línea esté provista de desconexión automática inmediata (menor de 1 seg) para su protección, en el diseño del sistema de puesta a tierras de los apoyos no frecuentados no será obligatorio garantizar, a un metro de distancia del apoyo, valores de tensiones de contacto inferiores a los valores admisibles indicados en el apartado 7.3.4.1. del RLAT, ya que se pueden**

**considerar despreciable la probabilidad de acceso y la coincidencia de un fallo simultaneo.**

En definitiva, el diseño del sistema de puesta a tierra se considera satisfactorio desde el punto de vista de la seguridad de las personas, sin embargo, el valor de la resistencia de puesta a tierra es suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones en caso de defectos a tierra.

Para la puesta a tierra de los apoyos proyectados se utilizara la configuración de sistema de una sola pica de acero cobrizado de 2m de longitud y 14 mm de diámetro, enterrada a 0,5 m de profundidad.

Para el tipo de terreno donde se va a realizar la instalación de puesta a tierra, se ha estimado una resistividad del terreno de 150  $\Omega$ m;

El valor de la resistencia de tierra  $R_t$  será:

- $K_r$  para el sistema de tierra escogido= 0,23  $\Omega$ .m

$$R_t = K_r \times \rho_t = 0,230 \times 150 = 34,5 \ \Omega$$

Para esa resistencia del terreno, se tendrá un Aumento del potencial de tierra,  $U_E$ :

$$U_E = R_t \cdot I_d \ (V) = 300 \cdot 34,5 = 10.350 \ V$$

#### 4.5.2 Sistema de tierra para apoyos frecuentado.

##### Datos de Partida:

- Los datos suministrados por Cía. Suministradora, sobre defectos a tierra, son los siguientes:

- Intensidad máxima de defecto a tierra: **300 A**
- Tiempo máximo de desconexión: **1 s**

➤ El Reglamento de Alta Tensión (ITC MIE RAT 13 apartado 4.1) indica que para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores. Para el tipo de terreno donde se va a realizar la instalación de puesta a tierra, se ha estimado una resistividad del terreno de **150  $\Omega$  x m.**

- Tensión de servicio  $V = 20.000 \ V$

##### Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio,  $U = 20000 \ V$ .
- Puesta a tierra del neutro:
  - Desconocida.
  - Características del terreno:

- $\rho$  terreno ( $\Omega\text{xm}$ ): 150.
- $\rho_H$  hormigón ( $\Omega\text{xm}$ ): 3000.



#### TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas ( $R_t$ ), la intensidad y tensión de defecto ( $I_d$ ,  $U_E$ ), se utilizarán las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra,  $R_t$ :

$$R_t = K_r \cdot \rho \ (\Omega)$$

- Intensidad de defecto,  $I_d$ :

$$I_d = I_{d\text{máx}} \ (\text{A})$$

- Aumento del potencial de tierra,  $U_E$ :

$$U_E = R_t \cdot I_d \ (\text{V})$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 30-30/5/42.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 3x3.
- Profundidad del electrodo (m): 0,5.
- Número de picas: 4.
- Longitud de las picas (m): 2.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia,  $K_r \ (\Omega/\Omega\text{xm}) = 0,11$ .
- De la tensión de paso,  $K_p \ (\text{V}/((\Omega\text{xm})\text{A})) = 0,0258$ .
- De la tensión de contacto exterior,  $K_c \ (\text{V}/((\Omega\text{xm})\text{A})) = 0,0563$ .

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0,11 \cdot 150 = 16,5\Omega.$$

$$I_d = I_{d\text{máx}} = 300 \text{ A}.$$

$$U_E = R_t \cdot I_d = 16,5 \cdot 300 = 4.950 \text{ V.}$$

### Cálculo de las tensiones de contacto en la instalación.

Según ITC-LAT 07, apdo. 7.3.4.2., al recubrir el apoyo con placas aislantes o protegerlo con obra de fábrica de ladrillo hasta una altura de 3 m, de forma que se impida la escalada al apoyo, podrá considerarse exento el cumplimiento de las tensiones de contacto.

### Cálculo de las tensiones de paso en la instalación.

La tensión de paso vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0,0258 \cdot 150 \cdot 300 = 1.161 \text{ V.}$$

### Cálculo de las tensiones admisibles.

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso, se utiliza la siguiente expresión del Reglamento de A.T.:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s) / 1000) \text{ V.}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)].$$

$$t = t' + t'' \text{ s.}$$

Siendo:

$U_p$  = Tensión de paso admisible, en voltios.

$U_{ca}$  = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-LAT 07 (Tabla 18), en voltios.

$R_{ac}$  = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en  $\Omega$ .

$C_s$  = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.

$h_s$  = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.

$\rho$  = Resistividad natural del terreno, en  $\Omega\text{m}$ .

$\rho_s$  = Resistividad superficial del suelo, en  $\Omega\text{m}$ .

$t$  = Tiempo de duración de la falta, en segundos.

$t'$  = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.

$t''$  = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

Según el punto anterior el tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 1 \text{ s.}$$

$$t = t' = 1 \text{ s.}$$

Sustituyendo valores:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s) / 1000) = 10 \cdot 107 \cdot (1 + (2 \cdot 0 + 6 \cdot 150 \cdot 1) / 1000) = 2033 \text{ V.}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 150 / 150) / (2 \cdot 0 + 0,106)] = 1$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso	$U_p = 1.161 \text{ V.}$	$\leq$	$U_p = 2.033 \text{ V.}$
Intensidad de defecto	$I_d = 300 \text{ A.}$	$>$	

#### 4.6 ANEXO IV. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD, CRUZAMIENTO Y PARALELISMOS (APTD. 5 ITC-LAT-07)

El Reglamento de líneas de alta tensión en su apartado 5 de la ITC –LAT 07 regula las distancias mínimas de seguridad en cruzamientos y paralelismos.

Hay que hacer distinción entre distancias internas y externas:

Las distancias internas son dadas únicamente para diseñar la línea con una aceptable capacidad de resistir las sobretensiones.

Las distancias externas son utilizadas para determinar las distancias de seguridad entre los conductores en tensión y los objetos debajo o en las proximidades de la línea.

Para ello se considerarán estos tipos de distancias eléctricas:

$D_{el}$  = 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.

$D_{pp}$  = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

$a_{som}$  = 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.

$D_{add}$  = Distancia adicional para que las distancias mínimas de seguridad al suelo, a líneas eléctricas, o zonas de arbolado, etc, se asegure que las personas u objetos no se acerquen a una distancia menor que

$D_{el}$  de la línea eléctrica.

En nuestro caso, atendiendo a la tabla 15 tenemos que las distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas son:

$$D_{el} = 0,22m$$

$$D_{pp} = 0,25m$$

#### 4.6.1 Distancias en el apoyo

##### 4.6.1.1 Distancia de los conductores entre si

La distancia de los conductores entre si "D" debe ser como mínimo:

$$D = k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot D_{pp} \text{ (m).}$$

Siendo:

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 del apdo. 5.4.1

L = longitud de la cadena de suspensión (m). si la cadena es de amarre L=0.

F = Flecha máxima (m).

k' = 0,75.

$D_{pp}$  = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 del reglamento de líneas aéreas de alta tensión.

##### 4.6.2 Distancia de los conductores y partes puestas a tierra

La distancia mínima de los conductores al apoyo "dsa" será de:

dsa= Del (m), mínimo de 0,2 m

Siendo:

$D_{el}$  = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensión es de frente lento o rápido , según tabla 15 del apdo. 5 . 2 (m) .

$d_{sa} = D_{el} = 0,22 \text{ m.};$  mínimo 0,2 m.

$d_{sa} = 0,22 \text{ m.}$

Según nuestro tipo de instalación podemos catalogar el nivel de contaminación como tipo I 'LIGERO'. Según la tabla 14, la línea de fuga específica nominal mínima será igual a 16,0 mm/KV.

En la ITC-LAT-07 tabla 12 del R.L.A.T habla de "Nivel de aislamiento", y dice que en la gama I el nivel de aislamiento se define por las tensiones soportadas normalizadas de corta duración a frecuencia industrial y la tensión soportada normalizada a impulso del rayo.

En nuestro caso, las tensiones que aplicaremos serán las siguientes:

Tensión más elevada para el material: 24 kV

Tensión soportada a impulsos de rayo (kV cresta): 125

Tensión soportada de corta duración a frecuencia industrial (kV eficaces): 50

Se emplearán:

#### CADENAS DE AMARRE

Cadenas de aisladores tipo **POLIM. 3670EBAV-AR 36KV 70KN** por fase.

Grado de aislamiento = (Nº aisladores x Línea de fuga del aislador) / Tensión.

$$1 \times 1,350 / 24 = 56,25 > 16,0 \text{ mm} / \text{KV}$$

Por tanto cumple con el mínimo requerido.

Distancias a masas de arbolado.

**Para nuestro caso, la LAMT existente transita por terrenos de cultivo de olivar, teniendo los olivos actuales hasta 4m de altura, habiéndose calculado la LAMT con una altura mínima de referencia de 7m, dejándose por lo tanto más de 2m en vertical de los olivos existentes, cumpliéndose en altura.**

## 5 CÁLCULOS LINEA SUBTERRANEA M.T.

Para el cálculo de una línea de media tensión el proyectista justificará los siguientes apartados según las características de la línea a proyectar:

1. Intensidades máximas admisibles para el cable,
2. Caída de tensión de tensión,
3. Capacidad de transporte,
4. Pérdidas de potencia.

### 5.1 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL CONDUCTOR

A continuación se justifican y se determinan las características eléctricas del conductor que se precisaran para los cálculos justificativos de la línea.

#### 5.1.1 Resistencia eléctrica

La resistencia R del conductor, en ohmios por kilómetro, varía con la temperatura  $\theta$  de funcionamiento de la línea. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_{20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20^{\circ}C))$$

Siendo:

$\alpha = 0,00403$  para el aluminio.

$\theta =$  Temperatura máxima del conductor, se adopta el valor correspondiente  $90^{\circ}C$ .

Para los conductores normalizados en el presente proyecto tipo las resistencias serán:

Tabla 2. Resistencia de los conductores

Conductor	Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Resistencia máxima a 20°C (Ω/km)	Resistencia máxima a 90°C (Ω/km)
RH5Z1	150	0,206	0,264
y	240	0,125	0,161
RHZ1-OL 12/20 y 18/30 kV	400	0,0778	0.100

Para el presente proyecto: RH5Z1 de 3x240 AL 18/30 KV

### 5.1.2 Reactancia del cable

La reactancia depende de la geometría y diseño del conductor, las reactancias de los cables especificados en el presente proyecto tipo serán:

**Tabla 3. Reactancia de los conductores**

Conductor	Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Reactancia cable 12/20 kV (Ω/km)	Reactancia cable 18/30 kV (Ω/km)
RH5Z1 y RHZ1-OL	150	0,114	0,123
	240	0,106	0,114
	400	0,099	0,106

### 5.1.3 Capacidad

La capacidad depende de la geometría y diseño del conductor, las capacitancias de los cables especificados en el presente proyecto tipo serán:

**Tabla 4. Conductividad de los conductores**

Conductor	Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Capacitancia cable 12/20 kV		Capacitancia cable 18/30 kV	
		(uF/km)	(S·km)	(uF/km)	(S·km)
RH5Z1 y RHZ1-OL	150	0,254	$7,980 \cdot 10^{-5}$	0,192	$6,032 \cdot 10^{-5}$
	240	0,306	$9,613 \cdot 10^{-5}$	0,229	$7,194 \cdot 10^{-5}$
	400	0,376	$1,181 \cdot 10^{-4}$	0,277	$8,702 \cdot 10^{-5}$

La intensidad capacitiva que circulará por un conductor será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3}} \cdot Y_c \cdot L \text{ (A/km)}$$

Siendo:

**I** = Intensidad capacitiva en el inicio de un conductor de longitud L, en A.

**U** = Tensión de línea, en kV. **(20 kV)**

**Y<sub>c</sub>** = Conductividad, en S·km

**L** = Longitud total del conductor, en km. **(0,250 km)**

$$I = \frac{20}{\sqrt{3}} \cdot 9,613 \cdot 10^{-5} \cdot 0,325 = 3,60 \cdot 10^{-4} \text{ (A / km)}$$

## 5.2 INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., el proyecto justificará y calculará la intensidad máxima permanente del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada. Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para aislamiento seco en polietileno reticulado XLPE, son las que figuran en la siguiente tabla:

Tabla 5. Temperaturas máximas admisibles aislamiento conductores

Tipo de aislamiento seco	Servicio permanente $\theta_{cc}$	Cortocircuito $\theta_{cc}$ ( $t \leq 5s$ )
Polietileno reticulado XLPE	90 °C	250 °C

### 5.2.1 Intensidad máxima admisible en servicio permanente

Los conductores de XLPE de aluminio directamente enterrados podrán admitir una intensidad permanente según ICT-LAT 06 Tabla 06. Los conductores entubados podrán admitir una intensidad permanente según ITC-LAT 06 tabla 12:

Tabla 6. Intensidades máxima admisibles en conductores XLPE Al

Sección	Intensidad de servicio (A)*	
	Directamente enterrados	Bajo tubo
150	260	245
<b>240</b>	<b>345</b>	<b>320</b>
400	445	415

\* Un único circuito enterrado a 1 metro de profundidad, temperatura del terreno de 25°C y resistividad del terreno de 1.5 · m/W.

En el presente proyecto el circuito se compondrá de tres conductores unipolares de aluminio homogéneo unipolar de tensión nominal de 18/30 kV, cuya denominación es:

**RH5Z1 3x240 AL 18/30 KV**

Según la tabla anterior, a un conductor de aluminio de 240 mm<sup>2</sup> de sección le corresponde una intensidad  $I = \underline{320 \text{ A}}$ .

A este valor se le aplicarán los coeficientes de corrección correspondiente en función de la temperatura, resistividad térmica del terreno, agrupación de conductores y profundidad de la instalación, según el apartado 6.1.2.2. de la ITC-LAT-06:

Para diferentes condiciones de instalación deberán añadirse coeficientes de corrección.

#### **Temperatura del terreno (Fct)**

Se aplicaran los coeficientes de la tabla 07 ITC-LAT 07.

#### **Resistividad térmica del terreno (Fcrt)**

Se aplicaran los coeficientes de la tabla 07 ITC-LAT 08.

#### **Agrupación de circuitos (Fca)**

Se aplicaran los coeficientes de la tabla 07 ITC-LAT 10.

#### **Profundidades de instalación (Fcp)**

Se aplicaran los coeficientes de la tabla 07 ITC-LAT 11.

Luego la intensidad admisible permanente del conductor se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{adm} = I \cdot Fct \cdot Fcrt \cdot Fca \cdot Fcp$$

Dónde:

**I<sub>adm</sub>** = Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.

**I** = Intensidad del conductor sin coeficientes de corrección, en A.

**Fct** = Factor de corrección debido a la **temperatura** del terreno, **0,83**

**Fcrt** = Factor de corrección debido a la **resistividad** del terreno,

**Fca** = Factor de corrección debido a la **agrupación** de circuitos,

**Fcp** = Factor de corrección debido a la **profundidad** de soterramiento.

**Para el tipo de instalación objeto de este proyecto la intensidad admisible permanente en los conductores será:**

$$I_{adm} = I \cdot Fct \cdot Fcrt \cdot Fca \cdot Fcp = 320 \times 0,83 = \underline{265,6 \text{ A}}$$

## **5.2.2 Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor**

En primer lugar el proyectista determinará el valor de la intensidad de cortocircuito de la línea a la cual se integrará la red subterránea. Este valor puede ser conocido directamente o bien proporcionado indirectamente a partir de la potencia máxima de cortocircuito de la red, en este caso la corriente de cortocircuito se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$I_{cc3} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Dónde:

**I<sub>cc3</sub>** = Intensidad de cortocircuito trifásica, en kA.

**S<sub>cc</sub>** = Potencia de cortocircuito de la red, en MVA.

**U** = Tensión de línea, en kV,

A continuación se indican las intensidades de cortocircuito para algunas redes:

**Tabla 7. Corrientes de cortocircuito en redes MT**

U (kV)	S <sub>cc</sub> (MVA)	I <sub>cc3</sub> (kA)
<b>25</b>	500	11,547
<b>20</b>	500	14,433
<b>15</b>	500	19,245
<b>11</b>	500	26,243

En el presente proyecto la corriente de cortocircuito de la red puede considerarse **14,43kA**.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito soportada por el conductor se tendrá en cuenta que el conductor utilizado es de aluminio, que la temperatura inicial de servicio es de 90 °C, la temperatura final deberá ser inferior a 250°C, tiene una sección de **240** y tiempo máximo de duración del cortocircuito es de **1s**, dato proporcionado por la Cía. Distribuidora.

Para tiempos de cortocircuito cortos la intensidad máxima admisible por un conductor vendrá dada por la fórmula del calentamiento adiabático:

$$I_{cc \text{ Adm.}} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Dónde:

**I<sub>cc Adm.</sub>** = Intensidad de cortocircuito calculada en una hipótesis adiabática, en A,

**S** = Sección del conductor, en mm<sup>2</sup>,

**K** = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y al fin del cortocircuito,

**t<sub>cc</sub>** = Duración del cortocircuito, en segundos.

Como se refleja en la tabla 26 correspondiente el apartado 6.2 de la ITC-LAT-06, la densidad admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm<sup>2</sup>, para conductores de aluminio y un Δθ=160 °C, es de 94 A/mm<sup>2</sup>.

A continuación se indican los valores de cortocircuito máximo admisibles de los conductores especificados en el presente proyecto tipo:

Tabla 8. Corrientes de cortocircuito admisibles en los conductores de secciones normalizadas en kA

Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
150	44,6	31,5	25,7	19,9	18,2	14,1	11,5	10,0	8,9	8,1
240	71,3	50,4	41,2	31,9	29,1	22,6	18,4	16,0	14,3	13,0
400	118,9	84,1	68,6	53,2	48,5	37,6	30,7	26,6	23,8	21,7

La intensidad máxima de cortocircuito de la red será inferior a la calculada.

Por tanto, en nuestro caso, para una sección de **240 mm<sup>2</sup>** el conductor será capaz de soportar una corriente de cortocircuito **22,6 kA**.

### 5.3 CAÍDAS DE TENSIÓN

La caída de tensión se calculará como:

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + X \cdot \operatorname{tg} \varphi)$$

En valor absoluto

$$U_c (\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{90} + X \cdot \operatorname{tg} \varphi)$$

En valor porcentual

Dónde:

**P** = Potencia a transportar, en kW,

**L** = Longitud de la línea, en km,

**U** = Tensión nominal de la línea, en kV,

**R<sub>90</sub>** = Resistencia de conductor a 90°C, incluido efecto piel y proximidad, Ω/km,

**X** = Reactancia de la línea, en Ω/km.

**tg φ** = Tangente de fi de la instalación, adim.

Al **240** (**R<sub>90</sub> = 0,161 Ω/km**; **X = 0,114 Ω/km** (calcularemos la caída de tensión para la máxima potencia soportada por el cable y la longitud más desfavorable)

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + X \cdot \operatorname{tg} \varphi) = \frac{9200 \cdot 2,650}{20} \cdot (0,161 + 0,114$$

$$U_c = \underline{31,97} \text{ v}; U_c (\%) = \underline{0,16} \%$$

La caída de tensión calculada deberá ser inferior al 7 %.

## 5.4 POTENCIA A TRANSPORTAR

La potencia máxima a transportar vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \times 20kV \times 265,6 = 9.200,65kW$$

Dónde:

**P** = Potencia activa máxima admisible por el cable, en kW.

**U** = Tensión de línea, en kV,

**I** = Intensidad máxima admisible de conductor, en apartado 5.2.1, en A.

La potencia a transportar deberá ser inferior a la calculada.

## 5.5 PÉRDIDAS DE POTENCIA

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$P_p = \frac{P^2 \cdot L \cdot R_{90}}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \text{ En valor absoluto}$$

$$P_p (\%) = \frac{P \cdot L \cdot R_{90}}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \text{ En valor porcentual}$$

Dónde:

**P** = Potencia a transportar, en kW,

**L** = longitud de la línea, en km,

**U** = Tensión nominal de la línea, en kV,

**R<sub>90</sub>** = Resistencia de conductor a 90°C, incluido efecto piel, efecto proximidad, Ω/km,

**Cos φ** = Coseno de φ de la instalación, adim.

**16,30 kW pérdida de potencia máxima para la longitud más desfavorable**

## 6 CELDAS DE MEDIA TENSION

Se instalarán celdas de 400A. Aun así se describen sus parámetros:

### 6.1 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las características del embarrado son:

Intensidad asignada: **400 A.**  
 Límite térmico, 1 s.: 16 kA eficaces.  
 Límite electrodinámico: 40 kA cresta.

Por lo tanto dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

#### 6.1.1 Comprobación por Densidad de Corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 400 A.

#### 6.1.2 Comprobación por Solicitación Electrodinámica

Según la MIE-RAT 05, la resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\sigma_{m\acute{a}x} \geq (I_{ccp}^2 \cdot L^2) / (60 \cdot d \cdot W)$$

siendo:

$\sigma_{m\acute{a}x}$  = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 Kg / cm<sup>2</sup>.  
 $I_{ccp}$  = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.  
 $L$  = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.  
 $d$  = Separación entre fases, en cm.  
 $W$  = Módulo resistente de los conductores, en cm<sup>3</sup>.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.



### 6.1.3 Comprobación por Solicitud Térmica a Cortocircuito

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{th} = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{(\Delta T / t)}$$

Siendo:

- I<sub>th</sub>** = Intensidad eficaz, en A.
- α** = 13 para el Cu.
- S** = Sección del embarrado, en mm<sup>2</sup>.
- ΔT** = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para Cu.
- t** = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$$I_{th} \geq 16 \text{ kA durante 1 s.}$$

En Granada, marzo de 2018

Fdo: D. Alejandro Rey-Stolle Degollada Ingeniero Industrial

Col. 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Andalucía Oriental





# ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

## PETICIONARIO:



**Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.**

**CIF: B- 82.846.817**

**Avda. de Vilanova nº 12**

**08018 - Barcelona**

## ÍNDICE

<b>1 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.....</b>	<b>6</b>
1.1 INTRODUCCIÓN.....	6
1.2 DERECHOS Y OBLIGACIONES.....	6
1.2.1 DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.....	6
1.2.2 PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.....	6
1.2.3 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.....	7
1.2.4 EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.....	8
1.2.5 INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....	8
1.2.6 FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....	8
1.2.7 MEDIDAS DE EMERGENCIA.....	9
1.2.8 RIESGO GRAVE E INMINENTE.....	9
1.2.9 VIGILANCIA DE LA SALUD.....	9
1.2.10 DOCUMENTACIÓN.....	9
1.2.11 COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.....	9
1.2.12 PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.....	9
1.2.13 PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.....	10
1.2.14 PROTECCIÓN DE LOS MENORES.....	10
1.2.15 RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.....	10
1.2.16 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.....	10
1.3 SERVICIOS DE PREVENCIÓN.....	11
1.3.1 PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.....	11
1.3.2 SERVICIOS DE PREVENCIÓN.....	11
1.4 CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....	11
1.4.1 CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.....	11
1.4.2 DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.....	12
1.4.3 DELEGADOS DE PREVENCIÓN.....	12
<b>2 DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....</b>	<b>12</b>
2.1 INTRODUCCIÓN.....	12
2.2 OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.....	13
<b>3 DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....</b>	<b>13</b>
3.1 INTRODUCCIÓN.....	13
3.2 OBLIGACIONES GENERAL DEL EMPRESARIO.....	14
3.2.1 DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.....	14
3.2.2 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES.....	15
3.2.3 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACIÓN DE CARGAS.....	16
3.2.4 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.....	16
3.2.5 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS.....	17

<b>4 DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION .....</b>	<b>18</b>
4.1 INTRODUCCION.....	18
4.2 ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	19
4.2.1 RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.....	19
4.2.2 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.....	20
4.2.3 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO.....	22
4.2.4 MEDIDAS ESPECIFICAS PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.....	28
4.3 ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	31
<b>5 DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.....</b>	<b>32</b>
5.1 INTRODUCCION.....	32
5.2 OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.....	32
5.2.1 PROTECTORES DE LA CABEZA.....	32
5.2.2 PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS .....	32
5.2.3 PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.....	32
5.2.4 PROTECTORES DEL CUERPO.....	33
5.2.5 EQUIPOS ADICIONALES DE PROTECCION PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION .....	33

## 1 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

### 1.1 INTRODUCCIÓN

La ley **31/1995**, de 8 de noviembre de 1995, de **Prevención de Riesgos Laborales** tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las **normas reglamentarias** irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
  - Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

### 1.2 DERECHOS Y OBLIGACIONES

#### 1.2.1 DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

#### 1.2.2 PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

### 1.2.3 EVALUCION DE LOS RIESGOS

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo. De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
  - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
  - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
  - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
  - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
  - Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos,

- brocas, acoplamientos.
- Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

#### 1.2.4 EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCION

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

#### 1.2.5 INFORMACION, CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### 1.2.6 FORMACION DE LOS TRABAJADORES

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

### 1.2.7 MEDIDAS DE EMERGENCIA

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

### 1.2.8 RIESGO GRAVE E INMINENTE

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

### 1.2.9 VIGILANCIA DE LA SALUD

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

### 1.2.10 DOCUMENTACION

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.

### 1.2.11 COORDINACION DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

### 1.2.12 PROTECCION DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

### 1.2.13 PROTECCION 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.

### 1.2.14 PROTECCION 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.

### 1.2.15 RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACION DETERMINADA Y EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

### 1.2.16 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCION DE RIESGOS

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

### 1.3 SERVICIOS DE PREVENCIÓN

#### 1.3.1 PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

#### 1.3.2 SERVICIOS DE PREVENCIÓN

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

### 1.4 CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES

#### 1.4.1 CONSULTA DE LOS TRABAJADORES

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.

- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

#### 1.4.2 DERECHOS DE PARTICIPACION Y REPRESENTACION

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

#### 1.4.3 DELEGADOS DE PREVENCION

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

## 2 DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

### 2.1 INTRODUCCION

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud*, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **485/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo**, entendiéndose como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal

luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

## 2.2 OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

## 3 DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

### 3.1 INTRODUCCION

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1215/1997** de 18 de Julio de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los**

**trabajadores de los equipos de trabajo**, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo

### 3.2 OBLIGACIONES GENERAL DEL EMPRESARIO

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

#### 3.2.1 DISPOSICIONES MINIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

### 3.2.2 DISPOSICIONES MINIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MOVILES

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

### **3.2.3 DISPOSICIONES MINIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACION DE CARGAS**

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

### **3.2.4 DISPOSICIONES MINIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL**

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

### **3.2.5 DISPOSICIONES MINIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS**

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

## **4 DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION**

### **4.1 INTRODUCCION**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1627/1997** de 24 de Octubre de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción**, entendiéndose como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la *Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial* se encuentra incluida en el **Anexo I** de dicha legislación, con la clasificación **a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento.**

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un **estudio básico de seguridad y salud**. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

## 4.2 ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 4.2.1 RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION

Los *Oficios* más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Enfoscados y enlucidos.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Los *riesgos más frecuentes* durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).

- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

#### 4.2.2 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

#### **4.2.3 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO**

##### Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
- La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.
- La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

#### Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

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 instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

#### Encofrados.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonos, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

#### Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

#### Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriestrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablonas, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

#### Montaje de estructura metálica.

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior a 1,50 m.

Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo ésta redes horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

#### Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

#### Albañilería.

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

#### Cubiertas.

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

#### Enfoscados y enlucidos.

Las "miras", reglas, tablonos, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

#### Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

#### Pintura y barnizados.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

### Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará 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.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

300 mA. Alimentación a la maquinaria.

30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

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 se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

#### **4.2.4 MEDIDAS ESPECIFICAS PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE NISTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION**

Los Oficios más comunes en las instalaciones de alta tensión son los siguientes.

- Instalación de apoyos metálicos o de hormigón.
- Instalación de conductores desnudos.
- Instalación de aisladores cerámicos.
- Instalación de crucetas metálicas.
- Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles, etc).
- Instalación de limitadores de sobretensión (autoválvulas pararrayos).
- Instalación de transformadores tipo intemperie sobre apoyos.
- Instalación de dispositivos antivibraciones.
- Medida de altura de conductores.
- Detección de partes en tensión.
- Instalación de conductores aislados en zanjas o galerías.
- Instalación de envolventes prefabricadas de hormigón.
- Instalación de celdas eléctricas (seccionamiento, protección, medida, etc).
- Instalación de transformadores en envolventes prefabricadas a nivel del terreno.
- Instalación de cuadros eléctricos y salidas en B.T.
- Interconexión entre elementos.
- Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- Puestas a tierra y conexiones equipotenciales.
- Reparación, conservación o cambio de los elementos citados.

Los Riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación.

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en

- general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
  - Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
  - Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
  - Golpes.
  - Cortes por objetos y/o herramientas.
  - Arco eléctrico.
  - Incendio y explosiones. Electroclusiones y quemaduras.
  - Ventilación e Iluminación.
  - Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
  - Contacto o manipulación de los elementos aislantes de los transformadores (aceites minerales, aceites a la silicona y piraleno). El aceite mineral tiene un punto de inflamación relativamente bajo (130º) y produce humos densos y nocivos en la combustión. El aceite a la silicona posee un punto de inflamación más elevado (400º). El piraleno ataca la piel, ojos y mucosas, produce gases tóxicos a temperaturas normales y arde mezclado con otros productos.
  - Contacto directo con una parte del cuerpo humano y contacto a través de útiles o herramientas.
  - Contacto a través de maquinaria de gran altura.
  - Maniobras en centros de transformación privados por personal con escaso o nulo conocimiento de la responsabilidad y riesgo de una instalación de alta tensión.
  - Agresión de animales.

Las Medidas Preventivas de carácter general se describen a continuación.

Se realizará un diseño seguro y viable por parte del técnico proyectista.

Se inspeccionará el estado del terreno.

Se realizará el ascenso y descenso a zonas elevadas con medios y métodos seguros (escaleras adecuadas y sujetas por su parte superior).

Se evitarán posturas inestables con calzado y medios de trabajo adecuados.

Se utilizarán cuerdas y poleas (si fuese necesario) para subir y bajar materiales.

Se evitarán zonas de posible caída de objetos, respetando la señalización y delimitación.

No se almacenarán objetos en el interior del CT.

Se ubicarán protecciones frente a sobreintensidades y conraintendios: fosos de recogida de aceites, muros cortafuegos, paredes, tabiques, pantallas, extintores fijos, etc.

Se evitarán derrames, suelos húmedos o resbaladizos (canalizaciones, desagües, pozos de evacuación, aislamientos, calzado antideslizante, etc).

Se utilizará un sistema de iluminación adecuado: focos luminosos correctamente colocados, interruptores próximos a las puertas de acceso, etc.

Se utilizará un sistema de ventilación adecuado: entradas de aire por la parte inferior y salidas en la superior, huecos de ventilación protegidos, salidas de ventilación que no molesten a los usuarios, etc.

La señalización será la idónea: puertas con rótulos indicativos, máquinas, celdas,

paneles de cuadros y circuitos diferenciados y señalizados, carteles de advertencia de peligro en caso necesario, esquemas unifilares actualizados e instrucciones generales de servicio, carteles normalizados (normas de trabajo A.T., distancias de seguridad, primeros auxilios, etc).

Los trabajadores recibirán una formación específica referente a los riesgos en alta tensión.

Para evitar el riesgo de contacto eléctrico se alejarán las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, de tal forma que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor inocuo (1 mA) y se interpondrán obstáculos aislantes de forma segura que impidan todo contacto accidental.

La distancia de seguridad para líneas eléctricas aéreas de alta tensión y los distintos elementos, como maquinaria, grúas, etc no será inferior a 3 m. Respecto a las edificaciones no será inferior a 5 m.

Conviene determinar con la suficiente antelación, al comenzar los trabajos o en la utilización de maquinaria móvil de gran altura, si existe el riesgo derivado de la proximidad de líneas eléctricas aéreas. Se indicarán dispositivos que limiten o indiquen la altura máxima permisible.

Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad para los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

Todos los apoyos, herrajes, autoválvulas, seccionadores de puesta a tierra y elementos metálicos en general estarán conectados a tierra, con el fin de evitar las tensiones de paso y de contacto sobre el cuerpo humano. La puesta a tierra del neutro de los transformadores será independiente de la especificada para herrajes. Ambas serán motivo de estudio en la fase de proyecto.

Es aconsejable que en centros de transformación el pavimento sea de hormigón ruleteado antideslizante y se ubique una capa de grava alrededor de ellos (en ambos casos se mejoran las tensiones de paso y de contacto).

Se evitará aumentar la resistividad superficial del terreno.

En centros de transformación tipo intemperie se revestirán los apoyos con obra de fábrica y mortero de hormigón hasta una altura de 2 m y se aislarán las empuñaduras de los mandos.

En centros de transformación interiores o prefabricados se colocarán suelos de láminas aislantes sobre el acabado de hormigón.

Las pantallas de protección contra contacto de las celdas, aparte de esta función, deben evitar posibles proyecciones de líquidos o gases en caso de explosión, para lo cual deberán ser de chapa y no de malla.

Los mandos de los interruptores, seccionadores, etc, deben estar emplazados en lugares de fácil manipulación, evitándose postura forzadas para el operador, teniendo en cuenta que éste lo hará desde el banquillo aislante.

Se realizarán enclavamientos mecánicos en las celdas, de puerta (se impide su apertura cuando el aparato principal está cerrado o la puesta a tierra desconectada), de

maniobra (impide la maniobra del aparato principal y puesta a tierra con la puerta abierta), de puesta a tierra (impide el cierre de la puesta a tierra con el interruptor cerrado o viceversa), entre el seccionador y el interruptor (no se cierra el interruptor si el seccionador está abierto y conectado a tierra y no se abrirá el seccionador si el interruptor está cerrado) y enclavamiento del mando por candado.

Como recomendación, en las celdas se instalarán detectores de presencia de tensión y mallas protectoras quitamiedos para comprobación con pértiga.

En las celdas de transformador se utilizará una ventilación optimizada de mayor eficacia situando la salida de aire caliente en la parte superior de los paneles verticales. La dirección del flujo de aire será obligada a través del transformador.

El alumbrado de emergencia no estará concebido para trabajar en ningún centro de transformación, sólo para efectuar maniobras de rutina.

Los centros de transformación estarán dotados de cerradura con llave que impida el acceso a personas ajenas a la explotación.

Las maniobras en alta tensión se realizarán, por elemental que puedan ser, por un operador y su ayudante. Deben estar advertidos que los seccionadores no pueden ser maniobrados en carga. Antes de la entrada en un recinto en tensión deberán comprobar la ausencia de tensión mediante pértiga adecuada y de forma visible la apertura de un elemento de corte y la puesta a tierra y en cortocircuito del sistema. Para realizar todas las maniobras será obligatorio el uso de, al menos y a la vez, dos elementos de protección personal: pértiga, guantes y banqueta o alfombra aislante, conexión equipotencial del mando manual del aparato y plataforma de maniobras.

Se colocarán señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

### 4.3 ESTUDIO BASICO 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 designará un *coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra*, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un *plan de seguridad y salud en el trabajo* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un *aviso* a la autoridad laboral competente.

## 5 DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.

### 5.1 INTRODUCCION

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las **normas de desarrollo reglamentario** las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar *la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

### 5.2 OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

#### 5.2.1 PROTECTORES DE LA CABEZA

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

#### 5.2.2 PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

#### 5.2.3 PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.

- Rodilleras.

#### 5.2.4 PROTECTORES DEL CUERPO

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

#### 5.2.5 EQUIPOS ADICIONALES DE PROTECCION PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION

- Casco de protección aislante clase E-AT.
- Guantes aislantes clase IV.
- Banqueta aislante de maniobra clase II-B o alfombra aislante para A.T.
- Pértiga detectora de tensión (salvamento y maniobra).
- Traje de protección de menos de 3 kg, bien ajustado al cuerpo y sin piezas descubiertas eléctricamente conductoras de la electricidad.
- Gafas de protección.
- Insuflador boca a boca.
- Tierra auxiliar.
- Esquema unificar
- Placa de primeros auxilios.
- Placas de peligro de muerte y E.T.
- Material de señalización y delimitación (cintas, señales, etc).

**En Granada, febrero de 2018**

El Ingeniero Industrial D. Alejandro Rey-Stolle Degollada  
Col. 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Oriental.





## APY10005 Pliego de Condiciones

Documento VISADO electrónicamente con número: EGR1800262. Validación online coiiar.e-visado.net/validar.aspx Código: ul1hmlaf55220181231170

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>CONDICIONES GENERALES</b>	<b>3</b>
1.1	OBJETO	3
1.2	CAMPO DE APLICACIÓN	3
1.3	CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CALIDADES DE LOS MATERIALES	3
1.4	COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN	3
1.5	ACEPTACIÓN DE LOS EQUIPOS QUE CONFORMAN LAS REDES AÉREAS DE ALTA TENSIÓN	4
<b>2</b>	<b>CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN Y MONTAJE</b>	<b>5</b>
2.1	CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LA OBRA	5
2.2	MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO	6
2.3	ORGANIZACIÓN EN LA OBRA	6
2.4	LIMPIEZA Y SEGURIDAD EN LAS OBRAS	6
2.5	SEGURIDAD PÚBLICA	6
<b>3</b>	<b>EJECUCIÓN DE LA OBRA</b>	<b>6</b>
3.1	INFORMACIÓN DE LA OBRA	6
3.2	TRABAJOS Y FASES A EJECUTAR	7
3.2.1	Tala y poda de arbolado	7
3.2.2	Pistas y accesos	7
3.2.3	Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra	8
3.2.4	Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil	8
3.2.5	Explanación	8
3.2.6	Excavación	8
3.2.7	Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos	8
3.2.7.1	Hormigones	8
3.2.7.2	Puesta en obra del hormigón	8
3.2.7.3	Encofrados	8
3.2.7.4	Áridos	8
3.2.7.5	Arenas	8
3.2.7.6	Grava o árido grueso	8
3.2.7.7	Cemento	8
3.2.7.8	Agua	8
3.2.7.9	Instrucciones para la ejecución de las cimentaciones	8
3.2.7.10	Control de calidad	8
3.2.7.11	Control de consistencia	8
3.2.7.12	Control de resistencia	8
3.2.7.13	Ensayos a realizar con las gravas, las arenas y el agua	8
3.2.8	Instalación de apoyos	8
3.2.8.1	Recepción	8
3.2.8.2	Transporte	8
3.2.8.3	Acopio	8
3.2.8.4	Clasificación	8
3.2.8.5	Armado	8
3.2.8.5.1	Consideraciones Previas	8
3.2.8.5.2	Tornillería	8



3.2.8.5.3	Herramientas .....	19
3.2.8.5.4	Ejecución Material .....	19
3.2.8.6	Izado .....	20
3.2.8.6.1	Izado con pluma .....	20
3.2.8.6.2	Izado con grúa .....	20
3.2.8.7	Apretado y graneteado .....	20
3.2.8.8	Control de calidad .....	21
3.2.9	Instalación de conductores desnudos .....	21
3.2.9.1	Condiciones generales .....	21
3.2.9.2	Colocación de cadenas de aisladores y poleas .....	21
3.2.9.3	Instalación de protecciones en cruzamientos .....	22
3.2.9.4	Tendido de los conductores y cables de tierra .....	22
3.2.9.4.1	Tensado .....	24
3.2.9.4.2	Regulado y medición de flechas .....	24
3.2.9.4.3	Medición de flechas .....	24
3.2.10	Placas de peligro de muerte y numeración de los apoyos .....	25

Documento VISADO electrónicamente con número: EGR1800262. Validación online coiiar.e-visado.net/validacion

# 1 Condiciones Generales

## 1.1 Objeto

Este Pliego de Condiciones, perteneciente al Proyecto Tipo APY10000 de Líneas Aéreas de MT, tiene por finalidad establecer los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de las líneas aéreas de media tensión hasta 30 kV destinadas a formar parte de la red de distribución de EDE, siendo de aplicación para las instalaciones construidas por EDE como para las construidas por terceros y cedidas a ella.

## 1.2 Campo de aplicación

El Pliego establece las Condiciones para el suministro, instalación, pruebas, ensayos, características y calidades de los materiales necesarios en el montaje de instalaciones eléctricas de líneas aéreas de Media Tensión hasta 30 kV, con el fin de garantizar:

- La seguridad de las personas,
- El bienestar social y la protección del medio ambiente,
- La calidad en la ejecución
- La minimización del impacto medioambiental y las reclamaciones de propiedades afectadas

## 1.3 Características generales y calidades de los materiales

Los materiales cumplirán con las especificaciones de las Normas UNE que les correspondan, con las Recomendaciones UNESA, y con las normas de Endesa que se establecen en la Memoria del Proyecto, aparte de lo que al respecto establezca el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y la reglamentación vigente.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por la Dirección de Obra.

## 1.4 Componentes y productos constituyentes de la instalación

Genéricamente la instalación contará con los elementos que se detallan a continuación, cada uno con su Norma EDE de referencia

- Conductores: GSC003 - Concentric-lay-stranded bare conductors.

- Aisladores:
  - AND008 – Aisladores de vidrio para cadenas de líneas aéreas de AT, de tensión nominal hasta 30 kV.
  - AND012 – Aisladores compuestos para cadenas de líneas aéreas de MT, hasta 30 kV.
- Accesorios de sujeción: AND009 – Herrajes y accesorios para conductores desnudos en líneas aéreas de AT, hasta 30 kV.
- Apoyos:
  - AND001 – Apoyos de perfiles metálicos para líneas hasta 36 kV
  - AND004 – Apoyos de chapa metálica para líneas hasta 36kV
  - AND002 – Postes de hormigón armada vibrado.
- Resto de componentes:
  - AND005– Seccionadores unipolares para líneas aéreas hasta 36 kV.
  - AND007– Cortacircuitos fusibles de expulsión seccionadores hasta 36 kV.
  - AND017 - Antiescalos para apoyos metálicos de celosía
  - AND013 – Interruptor-secc. Trifásico de operación manual y corte y aislamiento SF6 para línea aérea MT.
  - AND015 – Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores para redes MT, hasta 36 kV.
  - NZZ009 – Mapas de contaminación industrial.

Las tipologías de materiales a utilizar, sus especificaciones técnicas, el cumplimiento de las normativas y los ensayos realizados para cada material se describen en las Normas EDE referidas.

## **1.5 Aceptación de los equipos que conforman las redes aéreas de alta tensión**

El Director de Obra velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI, CE u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

El Director de Obra asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o calidad de ejecución de la obra.

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles se verificarán por el Director de Obra, o bien, si éste lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

El resultado satisfactorio de la recepción quedará reflejado en el "Acta de Recepción de Materiales" en cuyo documento estarán detallados los materiales que se van a instalar y que será debidamente cumplimentada por el Contratista y el Director de Obra.

El Contratista se ocupará de recibir, descargar y comprobar el material procedente de los fabricantes y talleres, efectuando su control de calidad, consistente en separar piezas dobladas, fuera de medida, con rebabas o mal galvanizadas, etc., con el fin de que pueda proceder a su reposición.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta de Contratista. En particular, cuidará de que en las operaciones de carga, transporte, manipulación y descarga, los materiales no sufran deterioros, evitando golpes, roces o daños, siendo responsable de cuantas incidencias ocurran a los mismos.

Bajo ningún concepto se podrán utilizar los materiales a instalar como elementos auxiliares tales como palancas o arriostramientos.

Queda prohibido el empleo del volquete en la descarga del material.

## 2 Condiciones técnicas de ejecución y montaje

### 2.1 Condiciones generales de ejecución de la obra

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto.

Las inspecciones durante la construcción serán realizadas por personal de EDE, o de la Ingeniería por ella designada.

Los ensayos y pruebas verificadas durante la ejecución de los trabajos, tienen el carácter de recepciones provisionales. Por consiguiente, la admisión parcial de materiales o de unidades de obra, que en cualquier forma o momento se realice, no exonera de la obligación que el Contratista contrae de garantizar la obra hasta la recepción definitiva de la misma.

#### Maquinaria y Herramientas

La maquinaria móvil que se utilice deberá disponer de los requisitos legales en vigor poniendo especial atención en: bocinas de advertencias, alarma contra el retroceso, freno de emergencia, espejos retrovisores, sistemas de luces, cabinas o techo anti-vuelco y tapas de seguridad en los tanques de combustible hidráulico.

Se deberá proveer cuanto sea preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Siempre deberán estar colocados en las máquinas que estén trabajando, o en disposición de hacerlo, las cubiertas del motor, los protectores del cárter y los protectores de rodillo en las máquinas de cadenas.

El manejo y utilización de las distintas máquinas deberá ser realizado por persona competente y cualificada.

El Director de Obra se reserva el derecho de rechazar en cualquier momento, aquellas herramientas que, por no estar en condiciones, no sean adecuadas para efectuar el trabajo a que están destinadas.

## 2.2 Mejoras y variaciones del Proyecto

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra.

## 2.3 Organización en la obra

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales.

## 2.4 Limpieza y seguridad en las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan, en todo momento, un buen aspecto a juicio del Director de Obra.

Se tomarán las medidas oportunas de modo que durante la ejecución de las obras se ofrezcan las máximas condiciones de seguridad posibles, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones. Durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

## 2.5 Seguridad Pública

El Contratista deberá tomar las precauciones máximas en las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y demás elementos del entorno de los peligros procedentes del trabajo.

Se deberá de prohibir el acceso a la obra a personas ajenas a ésta e incluir en el Plan de Seguridad y Salud correspondiente los riesgos a terceros, tal como se indicará en el Estudio de Seguridad y Salud.

# 3 Ejecución de la obra

## 3.1 Información de la obra

Se entregará al Contratista una copia de los Planos y Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra:

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.



## 3.2 Trabajos y fases a ejecutar

La secuencia de trabajos a realizar será la siguiente:

1. Tala y poda de arbolado.
2. Realización de Pistas y Accesos.
3. Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra de los materiales.
4. Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil.
5. Explanación.
6. Excavación.
7. Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos.
8. Instalación de apoyos.
9. Tomas de tierra.
10. Instalación de conductores.
11. Instalación de cables de tierra.
12. Pintado de los apoyos.
13. Placas de peligro de muerte y numeración de apoyos.

### 3.2.1 Tala y poda de arbolado

Cuando sea preciso para el paso de la línea, la Propiedad recabará de los Organismos Oficiales competentes la autorización para el talado de una zona de arboleda a ambos lados de la línea cuya anchura será la que determina el Artículo 35.1 del vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. En cualquier caso el Contratista no llevará a cabo estos trabajos sin la previa autorización por escrito del Director de Obra.

### 3.2.2 Pistas y accesos

Bajo ningún concepto, el Contratista iniciará la ejecución de las pistas y accesos, para el transporte de los materiales, para la circulación de vehículos, maquinaria de tendido, etc., sin la previa autorización del Director de Obra. Cuando éste autorice la realización de los caminos correrá a cargo del Contratista:

- La obtención de los permisos para su ejecución y la indemnización que haya lugar por los mismos.
- Todos los daños que se ocasionen por motivo de la apertura de los caminos.
- La maquinaria, herramientas, suministro de explosivos, autorización para el empleo de los mismos y cuantos elementos se juzguen necesarios para la mejor ejecución de dichos caminos.

En la realización de estos caminos deben respetarse las siguientes medidas correctoras:

- Utilizar como localización preferentemente de los caminos, los lomos, mesas o altos y en general, las zonas más llanas, evitando su apertura en laderas de fuerte pendiente.

Cuando esto último sea inevitable los caminos deberán seguir la dirección de las curvas de nivel.

- Se procurará para los obligados accesos una sola rodada de camión reduciéndose al mínimo la anchura de los caminos y el tamaño de los desmontes y terraplenes.
- Remodelar la topografía alterada de modo que se ajuste lo más posible a las formas naturales del terreno.
- Retirada de tierras sobrantes a vertederos autorizados.
- Redondear los taludes, en planta y alzado, evitando aristas y superficie totalmente planas.
- Conseguir la revegetación de los taludes de los caminos con una distribución y especies similares a las del entorno, por medios naturales aplicando las técnicas oportunas.
- Retirar previamente la capa de tierra vegetal, cuando exista, en los terrenos en que se vayan a realizar movimientos de tierra, almacenarla convenientemente y extenderla posteriormente sobre los terrenos.
- Extremar las precauciones para no alterar localmente la red de drenaje en la apertura de caminos, lo que además de asegurar su duración y estabilidad evitará que se fomenten procesos erosivos que puedan dar lugar a cárcavas y barrancos. Para ello se aconseja la colocación de obras de drenaje convenientemente dimensionadas que restablezcan los drenajes naturales que sea preciso modificar, así como disponer las medidas oportunas (cunetas, desagües, etc.) que eviten la concentración puntual de la escorrentía superficial en los caminos, sobre todo en las zonas en pendiente, lo que puede ser causa de abarrancamiento.
- La prohibición de abandonar residuos de cualquier tipo, y toda clase de objetos no inherentes al estado natural del medio.

### 3.2.3 Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra

Los materiales que sean suministrados por el Contratista deberán ajustarse a los tipos, marca y características técnicas que se indican en el presente proyecto.

El programa de estas recepciones deberá obrar en poder de la Dirección de Obra con la debida anticipación, para poder observar el acopio del mismo, prestando especial atención a las condiciones exigidas en el presente proyecto.

Los materiales serán entregados al Contratista en perfecto estado de conservación. Las entregas podrán ser totales o parciales según se convenga.

Al hacerse cargo del material, el Contratista comprobará el estado del mismo, siendo a partir de este momento responsable de todos los defectos y pérdidas que sufra. Si descubriese el Contratista algún defecto o falta en el material retirado, deberá presentar inmediatamente por escrito la reclamación para que sea comprobada por la Dirección de Obra, el cual lo notificará por el mismo medio a la Propiedad.

Las maniobras de carga y descarga se realizarán siempre con grúa. La carga se estibarán de forma que no se produzcan deformaciones permanentes.

El Contratista cuidará que las operaciones de carga, transporte y descarga de los materiales se efectúen sin que éstos sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Por ello se prohíbe el uso de cadenas o estribos metálicos no protegidos.

En el apilado no se permitirá el contacto del material con el terreno utilizando para ello tacos de madera.

El Contratista al término o paralización de la obra queda obligado a colocar en los almacenes de la Propiedad y por su cuenta, todo el material sobrante, debidamente clasificado. Todos los materiales que no sean chatarra recuperable como son las bobinas, embalajes, postes de hormigón o madera (no reutilizables) y en general todo tipo de material que puede afectar al Medio Ambiente, deberá depositarse en un Vertedero Autorizado, debiendo entregar el Contratista a la Dirección de Obra copia del recibo de lo pagado al vertedero como justificante de su cumplimiento.

### 3.2.4 Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil

El replanteo de los apoyos será realizado en presencia del Director de Obra o persona delegada, a partir de los planos de planta, perfil y características propias de cada apoyo entregados al Contratista.

Con antelación suficiente, deberá comunicársele al Director de Obra, la fecha en que se iniciará el replanteo, así como el Técnico designado para efectuarlo.

Cuando se dé la circunstancia de que el Contratista observe la existencia de alguna diferencia entre los planos y el terreno de la traza de la línea, así como la aparición de obstáculos, tanto naturales como artificiales, no contemplados en el perfil, (edificaciones, caminos carreteras, etc.), viene obligado a comunicarlo inmediatamente, no pudiendo continuar con la construcción de la línea, hasta tanto la Dirección de Obra constate que no hay que modificar el replanteo.

Para la determinación de la situación de los ejes de las cimentaciones, se dará a las estaquillas la siguiente disposición:

- Tres estaquillas para todos los apoyos que se encuentren en una alineación, aún cuando sean de amarre. Las estaquillas estarán alineadas en la dirección de la alineación y la central indicará la proyección del eje vertical del apoyo.
- Cinco estaquillas para los apoyos de ángulo, las estaquillas se dispondrán en cruz según las direcciones de las bisectrices del ángulo que forma la línea, y la central indicará la proyección del eje vertical del apoyo

Se deberán tomar todas las medidas con la mayor exactitud, para conseguir que los ejes de las excavaciones se hallen perfectamente situados y evitar que haya necesidad de rasgar las paredes de los hoyos, con el consiguiente aumento en el volumen y hormigonado.

Una vez finalizados el replanteo y estaquillado de la línea, el Director de Obra y el Contratista firmarán el ACTA DE REPLANTEO, que supone el conocimiento exacto por el Contratista del trazado de la línea, situación de las estaquillas y todos los detalles necesarios para su ejecución.

El replanteo de los apoyos deberá servir también para comprobación del perfil. Por lo tanto se deberán tomar los puntos necesarios para efectuar dicha comprobación. En caso de existir diferencias entre el plano de perfil y el terreno, el Director de Obra ordenará la obtención del nuevo perfil sobre el que se estudiarán las posibles variaciones de la línea.

Se tendrá especial atención con los aparatos, miras, cintas, etc., que puedan entrar en contacto con líneas eléctricas de sus proximidades. Se deben cumplir en todo momento las reglamentarias distancias de seguridad.

Los caminos, pistas, sendas que sean utilizadas, cumplirán lo siguiente:

- Serán lo suficientemente anchos para evitar roces y choques con ramas, árboles, piedras, etc.
- No favorecerán las caídas o desprendimientos de las cargas que transporte vehículos.
- Las pendientes o peraltes serán tales que impidan las caídas o vuelcos de vehículos.

### 3.2.5 Explanación

La explanación comprende la excavación a cielo abierto con el fin de dar salida a las aguas y nivelar la zona de cimentación, para la correcta ubicación del apoyo según los datos suministrados por el Parte de Cimentación del apoyo, comprendiendo tanto la ejecución de la obra como la aportación de la herramienta necesaria, el suministro de explosivos, la autorización para el empleo de los mismos y cuantos elementos se juzguen necesarios para su mejor ejecución, así como la retirada de tierras sobrantes.

Se cuidará el marcado de los hoyos con respecto a las estacas de replanteo y el avance vertical de las paredes de la excavación para obtener las distancias necesarias entre éstas y los anclajes de los apoyos.

Las dimensiones de la explanación se ajustarán en lo posible a los planos entregados, no pudiendo el Contratista variarlos sin autorización expresa del Director de Obra. Los datos definitivos figurarán en el *Parte de Cimentación del apoyo*. Este Parte será firmado por el Contratista y el Director de Obra.

El volumen para la certificación será siempre el teórico, a menos que el Director de Obra reconsidere un nuevo tipo de excavación por no coincidir la clasificación del terreno con la inicialmente prevista

Se tendrán presentes las siguientes instrucciones:

- En terrenos inclinados se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central, en las fundaciones monobloques. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel inferior.
- En el caso de apoyos con fundaciones independientes y desniveladas, se hará igualmente una explanación del terreno al nivel de la estaca central, pero la profundidad de las excavaciones debe referirse a la cota inferior de cada una de ellas. Esta explanación será definida por el Director de Obra y se prolongará como mínimo 1 metro por fuera de la excavación, rematándose después con el talud natural de la tierra circundante, según las Tablas adjuntas, con el fin de que las peanas de los apoyos no queden recubiertas de tierra.
- Cuando al realizar la excavación, el Contratista observe que el terreno es anormalmente blando, se encuentra en terreno pantanoso o aparece terreno de relleno, deberá ponerlo en conocimiento del Director de Obra por si fuere preciso aumentar las dimensiones de la excavación. Análogas consideraciones se tendrán en cuenta en caso de aparición de agua en el fondo de la excavación, cuando el hoyo se encuentre muy cerca de un cortado del terreno, o en las proximidades de un arroyo, de terreno inundable o terreno deslizante

**TABLA DE ÁNGULOS DE INCLINACIÓN Y PENDIENTES DE LOS TALUDES**

NATURALEZA DEL TERRENO	EXCAVACION EN TERRENO VIRGEN O TERRAPLENES HOMOGÉNEOS MUY ANTIGUOS			
	TERRENOS SECOS		TERRENOS INMERSOS	
	Angulo con Horizontal	Pendiente	Angulo con Horizontal	Pendiente
<i>Roca dura.</i>	80°	5/1	80°	5/1
<i>Roca blanda o fisurada.</i>	55°	7/5	55°	7/5
<i>Restos rocosos, pedregosos, derribos, etc.</i>	45°	1/1	40°	4/5
<i>Tierra fuerte (mezclada de arena y arcilla) mezclada con piedra y tierra vegetal.</i>	45°	1/1	30°	3/5
<i>Grava, arena gruesa no arcillosa.</i>	35°	7/10	30°	3/5
<i>Arena fina no arcillosa.</i>	30°	3/5	20°	1/3

NATURALEZA DEL TERRENO	EXCAVACION EN TERRENO REMOVIDO RECIENTE O TERRAPLENES RECIENTES			
	TERRENOS SECOS		TERRENOS INMERSOS	
	Angulo con Horizontal	Pendiente	Angulo con Horizontal	Pendiente
<i>Roca dura.</i>				
<i>Roca blanda o fisurada.</i>				
<i>Restos rocosos, pedregosos, derribos, etc.</i>	45°	1/1	40°	4/5
<i>Tierra fuerte (mezclada de arena y arcilla) mezclada con piedra y tierra vegetal.</i>	35°	7/10	30°	3/5
<i>Grava, arena gruesa no arcillosa.</i>	35°	7/10	30°	3/5
<i>Arena fina no arcillosa.</i>	30°	6/10	20°	1/3

- Las explanaciones definitivas deben quedar con pendientes adecuadas (no inferiores al 5%) como para que no se estanquen aguas próximas a las cimentaciones

### 3.2.6 Excavación

La excavación propiamente dicha para los macizos de las fundaciones de los apoyos comprende, además de la apertura de hoyos en cualquier clase de terreno, la retirada de

tierras sobrantes, el allanado y limpiado de los terrenos circundantes al apoyo, el suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado, empleo y aportación de la herramienta necesaria y cuantos elementos se juzguen necesarios para su correcta ejecución.

La apertura de hoyos deberá coordinarse con el hormigonado de tal forma que el tiempo entre ambas operaciones se reduzca tanto como la consistencia del terreno lo imponga. Si las causas atmosféricas o la falta de consistencia, lo aconsejaran, puede imponerse la apertura y hormigonado inmediato, hoyo a hoyo.

En ningún caso la excavación debe adelantarse al hormigonado en mas de diez días naturales, para evitar que la meteorización provoque el derrumbamiento de los hoyos, pudiendo el representante del Grupo Endesa paralizar los trabajos de excavación si los de hormigonado no avanzan adecuadamente.

Tanto los fosos de las excavaciones que estén terminadas como los que estén en ejecución, habrán de taparse con planchas de hierro o cualquier armazón de madera suficientemente rígida que impida su fácil desplazamiento y la caída de cualquier persona o animal, y encima de las mismas se colocarán piedras pesadas hasta el momento del hormigonado. Los que estén en ejecución deberán taparse de un día para otro.

Los productos sobrantes de la explanación y excavación se extenderán adaptándose a la superficie natural del terreno, siempre y cuando éstos sean de la misma naturaleza y color. En el caso de que los materiales extraídos, por su volumen o naturaleza dificulten el uso normal del terreno, se procederá a su retirada a vertedero autorizado. En cualquier caso, el Director de Obra concretará la aplicación de lo anteriormente indicado.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, debiendo tomar el Contratista las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por el agua.

En el caso de que penetrase agua en los fosos, ésta deberá ser evacuada antes del relleno de hormigón.

Se evitará en lo posible el uso de explosivos. Cuando su empleo sea imprescindible, su manipulación, transporte, almacenaje, etc., deberá ajustarse en todo a lo dispuesto en la Orden del Ministerio de Industria y Energía de 29 de Abril de 1.987 que modifica la instrucción Técnica Complementaria 10.2-01 "*Explosivos - Utilización*" publicada en el B.O.E. nº 114 de 13 de Mayo de 1.987, debiendo poseer el Contratista los permisos correspondientes de la Autoridad Competente.

En la excavación con empleo de explosivos, se cuidará que la roca no sea dañada debiendo arrancarse todas aquellas piedras movedizas que no forman bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en el terreno.

En estos casos se retirarán de las cercanías los ramajes o cualquier materia que pueda propagar un incendio. Caso de que existan líneas próximas o cualquier otro obstáculo que pudiera ser dañado, se arroparán los barrenos convenientemente, con el fin de evitar desperfectos.

El Contratista se compromete a colocar y mantener las señalizaciones y protecciones necesarias, en todos los hoyos, para evitar la caída de personas o animales.

Serán entibados todos los hoyos que presenten o en que puedan presentarse desprendimientos, por seguridad de las personas, y para mantener el terreno con su cohesión natural. Si penetrase agua en los hoyos, ésta deberá ser evacuada inmediatamente antes del hormigonado

Cuando se efectúen desplazamientos de tierras, la capa vegetal arable será separada de forma que pueda ser colocada después en su yacimiento primitivo, volviéndose a dar de esta forma su estado de suelo cultivable.

La ocupación de suelo será solamente lo previsto en las dimensiones de cimentación de cada apoyo.

La tierra sobrante de la excavación deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

La compactación del terreno de relleno a realizar en las cimentaciones que requieran este procedimiento, será indicada en cada caso por el Director de Obra.

En los hoyos de gran profundidad y boca de pequeño diámetro, es necesario que los operarios vayan protegidos con mascarillas de filtros adecuados.

Cuando se trabaje simultáneamente en el interior de excavaciones la distancia mínima entre trabajadores será de 1,50 metros.

Terminada la excavación se procederá a la colocación de la varilla de puesta a tierra según lo estipulado en el Proyecto Tipo.

### 3.2.7 Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos

Comprende el hormigonado de los macizos de las fundaciones incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y colocación de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

Antes de proceder al hormigonado de cualquier apoyo, y con una antelación mínima de tres días laborables, el Contratista se lo hará saber al Director de Obra, el cual dispondrá lo necesario para verificar las dimensiones mínimas, comprobar con un cuadro metálico la excavación y autorizar el hormigonado si procediere.

Salvo aceptación en contrario por parte del Director de Obra, la ejecución de la excavación no deberá proceder al hormigonado en más de 10 días naturales, para evitar que la meteorización de las paredes de los apoyos provoque su derrumbamiento.

#### 3.2.7.1 Hormigones

Se emplearán, en caso necesario, preferentemente hormigones fabricados en central. En casos excepcionales, con autorización expresa de la Dirección de Obra, la mezcla de los componentes del hormigón se podrá efectuar con hormigonera, nunca a mano

La composición normal de la mezcla será tal que la resistencia característica del hormigón sea de 20 N/mm<sup>2</sup> (HM-20) para los hormigones en masa y de 25 N/mm<sup>2</sup> (HA-25) para los hormigones armados. El tamaño máximo permitido del árido será de 40.

En resumen, los hormigones se exigirán como a continuación se detalla:

HORMIGON PREFABRICADO	HORMIGON EN MASA
HM-20 (Hormigones en masa).	
HA-25 (Hormigones armados).	HM-20 y con dosificación mínima de 200 kg de cemento por m <sup>3</sup> de mezcla.
Cemento del tipo Puz-350 o tipo Portland P-350.	
Consistencia blanda.	Consistencia blanda.
Tamaño máximo de árido 40.	Tamaño máximo de árido 40.
Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).	Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).

La Dirección de Obra podrá exigir certificado de la Planta de Hormigonado de donde proceda el hormigón, del cumplimiento de las Normas UNE citadas e incluso tomar muestras de dicho hormigón y de sus componentes según las Normas UNE correspondientes. En todos los casos se presentará en obra la Hoja de Suministro de la planta.

Queda terminantemente prohibido añadir agua al hormigón en obra.

### 3.2.7.2 Puesta en obra del hormigón

La primera operación a realizar, inmediatamente antes de comenzar el hormigonado consistirá, normalmente y en función de la solución constructiva a aplicar, en el hincado de la pica de toma de tierra en el fondo de la excavación, así como el conexionado de los cables de toma de tierra con dicha pica.

Se cuidarán las distancias entre los anclajes y las paredes de los hoyos, así como la colocación previa del tubo para los cables de la toma de tierra.

Se cuidará la limpieza del fondo de la excavación, y caso de ser necesario se achicará el agua que exista en los hoyos previamente al comienzo del hormigonado.

El vertido del hormigón se realizará con luz diurna (desde una hora después de la salida del sol hasta una hora antes de la puesta).

Se suspenderán las operaciones de hormigonado cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0° C o superior a 40° C.

Cuando se esperen temperaturas inferiores a 0° C durante el fraguado, se cubrirán las bancadas con sacos, papel, paja, etc.

Cuando se esperen temperaturas superiores a 40° C durante el fraguado se regará frecuentemente la bancada.

El hormigón se verterá por capas o tongadas, evitando desplazamientos en la base del apoyo o del anclaje. Se cuidará especialmente la compactación del hormigón, para lo cual se apisonará el hormigón, como mínimo, cada 30 cm evitando cualquier golpe contra el anclaje.

Iniciado el hormigonado de un apoyo, no se interrumpirá el trabajo hasta que se concluya su llenado. Cuando haya sido imprescindible interrumpir un hormigonado, al reanudar la obra, se lavará con agua la parte interrumpida, para seguidamente barrerla con escoba metálica y cubrir la superficie con un enlucido de cemento bastante fluido.

Durante el vertido del hormigón se comprobará continuamente que la base del apoyo o los anclajes no se han movido, para lo cual no se retirarán los medios de medida y comprobación hasta que se haya terminado totalmente ésta operación.

Los medios de fijación de la base o anclajes no podrán tocarse ni desmontarse hasta pasadas, como mínimo, 24 horas desde la terminación del hormigonado, incluidas las peanas. Cuando se retiren se hará con el cuidado suficiente para evitar esfuerzos anormales en los anclajes que provoquen grietas en el hormigón o entre ambas.

La bancada que sobresale del nivel de tierra, incluso el enlucido, se hará con mortero de la misma dosificación que el empleado en la cimentación. Un exceso de cemento provoca el agrietamiento de la capa exterior.

Esta bancada que sobresale del terreno, o peana, tendrá terminación en forma de tronco de pirámide, siendo la inclinación de sus caras no inferior al 20%. En terrenos de labor, la peana sobresaldrá del terreno, en su parte mas baja, un mínimo de 30 cm. Siendo esta altura en el resto de terrenos no inferior a 20 cm. Se cuidará que las superficies vistas estén bien terminadas.

### 3.2.7.3 Encofrados

En el caso de que necesariamente se hayan de realizar recrecidos, el Director de Obra entregará un plan de los mismos en el que figurarán las dimensiones del macizo de hormigón, número y tipo de hierro para la confección de la armadura y longitud de la misma. Este plano se adjunta al parte de Cimentaciones.

Los encofrados que se utilicen para el hormigonado de las bancadas presentarán una superficie plana y lisa de tal manera que posibiliten el acabado visto del hormigón. Como regla general, los encofrados serán metálicos salvo que el Director de Obra autorice otro tipo.

Se tomarán las medidas para que al desencofrar no se produzcan deterioros en las superficies exteriores, no utilizándose desencofrantes que perjudiquen las características del hormigón. Los encofrados exteriores no se retirarán antes de 24 horas después del vertido de la última capa de hormigón.

Después de desencofrar, el hormigón se humedecerá exteriormente las veces que sea necesario para que el proceso de fraguado se realice satisfactoriamente, con un mínimo de 3 días.

Todo lo dicho para los encofrados de bancada (peanas) es extensivo para los recrecidos.

### 3.2.7.4 Áridos

Los áridos a emplear, arenas y gravas, deben cumplir fundamentalmente las condiciones de ser válidos para fabricar hormigones con la resistencia característica exigida en la presente Norma. Existirán garantías suficientes de que no degradarán al hormigón a lo largo del tiempo y posibilitarán la manipulación del hormigón de tal manera que no sea necesario incrementar innecesariamente la relación agua/cemento. No se podrá utilizar ningún árido sin que haya sido examinado y aprobado previamente por la Dirección de Obra. No se emplearán en ningún caso áridos que puedan tener piritas o cualquier tipo de sulfuros.

Las cantidades máximas de sustancias perjudiciales que podrán contener los áridos serán:

	CANTIDADES MÁXIMAS EN % SOBRE EL PESO TOTAL DE LA MUESTRA	
	ARENA	ARIDO GRUESO
Terrones de arcilla	1.00 %	0.25 %
Partículas blandas		5.00 %
Finos que pasan por el tamiz 0.080	5.00 %	1.00 %
Material retenido por el tamiz 0.063 y que flota en un líquido de peso específico 2	0.50 %	1.00 %

### 3.2.7.5 Arenas

Se consideran como arenas los áridos que pasan por un tamiz de 4mm de luz de malla. Las arenas podrán proceder de cantera natural, de barranco o de machaqueo. En el caso de utilizar arenas de mar, deberán ser lavadas previamente.

No se utilizarán arenas que tengan una proporción de materia orgánica en cantidad suficiente para producir un color más oscuro que la muestra patrón.

### 3.2.7.6 Grava o árido grueso

Se consideran como gravas los áridos retenidos por un tamiz de 4mm de luz de malla. El coeficiente de forma no debe ser inferior a 2.

### 3.2.7.7 Cemento

El cemento utilizado será del tipo PUZ-350 pudiéndose utilizar el Portland P-350, bajo autorización del Director de Obra.

Si por circunstancias especiales se estimara necesaria la utilización de aditivos o cementos de características distintas a los mencionados, será por indicación expresa del Director de Obra o a propuesta del Contratista, debiendo ser en este último caso aceptada por escrito por parte del Director de Obra.

### 3.2.7.8 Agua

El agua utilizada será procedente de pozo, galería o potabilizadoras, a condición que su mineralización no sea excesiva. Queda terminantemente prohibido el empleo de agua que proceda de ciénagas o esté muy cargada de sales carbonosas o selenitosas así como el agua de mar.

### 3.2.7.9 Instrucciones para la ejecución de las cimentaciones

Antes de proceder al hormigonado, cualquiera que sea el tipo de apoyo a cimentar, se procederá a aplicar una protección superficial de pintura. La manera de ejecutar las distintas clases de cimentaciones, según el tipo de apoyo será la siguiente:

#### 3.2.7.9.1. Sin utilización de plantillas de hormigonado

Se echará primeramente una capa de hormigón del espesor indicado en los planos facilitados por el fabricante, según el tipo de apoyo, de manera que teniendo el apoyo una base firme, limpia y nivelada, se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón mencionada.

Al día siguiente, y sobre la base de hormigón, se colocarán y nivelarán los anclajes o el primer tramo del apoyo metálico, según el caso, quedando prohibido el hormigonado con el apoyo totalmente armado.

Se colocará el o los tubos precisos para enhebrar los circuitos de tierra.

A continuación se procederá al vertido, vibrado y compactado del hormigón en el foso.

#### 3.2.7.9.2. Con utilización de plantillas de hormigonado

Se colocará la plantilla sobre el foso con los anclajes debidamente situados, y será emplazada y nivelada adecuadamente, comprobando diagonales y longitudes de cara así como la correcta instalación con las marcas de línea y contralínea, fijándola al terreno a continuación, de modo que no pueda sufrir movimiento.

Se colocará el o los tubos precisos para enhebrar los circuitos de tierra.

A continuación se procederá al vertido, vibrado y compactado del hormigón en el foso.

Una vez relleno el foso, la plantilla no podrá tocarse ni desmontarse hasta pasadas 48 horas como mínimo de la terminación del hormigonado; se quitará entonces con el suficiente cuidado para que los anclajes no agrieten el hormigón ni queden huecos entre ambos.

En los recrecidos se cuidará de la verticalidad y horizontalidad de los encofrados, y que éstos no se muevan durante el relleno. Estos recrecidos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.

El hormigón de la peana exterior al terreno, además de tener la misma composición que el resto de la cimentación, debe llegar hasta el borde inferior del empalme de anclaje con la torre para evitar que el extremo superior de los anclajes y del hormigón pueda trabajar a flexión.

### 3.2.7.10 Control de calidad

El control de calidad del hormigón se extenderá especialmente a su consistencia y resistencia, sin perjuicio de que se compruebe el resto de las características de sus propiedades y componentes.

### 3.2.7.11 Control de consistencia

La Consistencia del hormigón se medirá por el asiento en el cono de Abrams, expresada en número entero de centímetros. El cono deberá permanecer en la obra durante todo el proceso de hormigonado.

Para verificar este control se tomará una muestra de la amasada a pie de obra realizándose con la misma el ensayo de asentamiento en cono de Abrams.

El Director de Obra podrá realizar este control en cada una de las amasadas que se suministran.

### 3.2.7.12 Control de resistencia

Se realizará mediante el ensayo en laboratorio oficialmente homologado de un número determinado de probetas cilíndricas de hormigón de 15cm de diámetro y 30 cm de altura las cuales serán ensayadas a compresión a los 28 días de edad. Las probetas serán fabricadas en obras y conservadas y ensayadas según Normas UNE.

La resistencia estimada se determinará según los métodos e indicaciones preconizados de la "Instrucción de Hormigón estructural (EHE)" en vigor para la modalidad de "Ensayos de Control Estadístico del Hormigón".

La toma de muestras, conservación y rotura serán por cuenta del Contratista debiendo este presentar al Director de Obra los resultados mediante Certificado de un Laboratorio Oficial y Homologado. Si la resistencia estimada fuese inferior a la resistencia característica fijada, el Director de Obra procederá a realizar los ensayos de información que juzgue convenientes.

### 3.2.7.13 Ensayos a realizar con las gravas, las arenas y el agua

Cuando no se aporten datos suficientes de la utilización de los áridos en obras anteriores o cuando por cualquier circunstancia no se haya realizado el examen previo del Director de Obra, deberán realizarse necesariamente todos los ensayos que garanticen las características exigidas en la "Instrucción del Hormigón Estructural (EHE)" y por el presente Pliego de Condiciones.

Hace falta autorización expresa del Director de Obra para eximir de los ensayos.

Si el hormigón es fabricado en una central hormigonera industrial bastará aportar el certificado del tipo de hormigón fabricado, salvo que por el Director de Obra se exija expresamente los ensayos de los componentes del hormigón.

## 3.2.8 Instalación de apoyos

En la instalación de apoyos se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

### 3.2.8.1 Recepción

Caso de que los apoyos sean suministrados por la Propiedad, además de tener en cuenta lo expuesto en el apartado "Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra" del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, ésta facilitará al Contratista el "Packing List" de los mismos con relación de bultos y contenido de cada uno de ellos, teniendo que comprobar el Contratista que el material recibido está de acuerdo con el citado "Packing List".

### 3.2.8.2 Transporte

Se tendrá en cuenta lo expuesto en el apartado "Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra" del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Los caminos de acceso a los puntos de emplazamiento de los apoyos, serán los mismos que sirvieron para desarrollar las actividades precedentes. Cualquier alteración será propuesta al Director de Obra para su aceptación, si es que procede.

### 3.2.8.3 Acopio

Se tendrá en cuenta lo expuesto en el apartado “*Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra*” del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Las torres se acopiarán a obra de acuerdo con la Propiedad con antelación suficiente y en consonancia con el ritmo de izado, evitando que estén en el campo excesivo tiempo sin ser utilizadas. Los tornillos se acopiarán a medida que se vayan a utilizar.

Las cargas en almacén y descargas en el campo se efectuarán con los medios adecuados para que las estructuras no sufran desperfecto alguno.

Los accesos que se empleen serán los mismos, siempre que sea posible, que se usaron para la obra civil.

Se descargarán las estructuras de tal manera que se haga el menor daño posible a los cultivos existentes.

No está permitido el acopio en cunetas de carreteras, con ocupación de caminos, y en general, en lugares que impidan el normal tráfico de personas y vehículos.

### 3.2.8.4 Clasificación

Para la clasificación se utilizarán los planos y listas que la Propiedad facilitará al respecto, realizándola con la previsión suficiente para no interrumpir los trabajos del armado e izado, debiéndose comunicar las posibles faltas o defectos con al menos quince días de antelación.

### 3.2.8.5 Armado

#### 3.2.8.5.1 Consideraciones Previas

No se podrá realizar modificación alguna en las barras y cartelas (corte de ingletes, talados, etc.) ni sustitución de materiales, sin el consentimiento previo del Director de Obra. Cualquier modificación, bien sea en cartelas o angulares, deberá ser expresamente autorizada por el Director de Obra. La parte modificada deberá protegerse de la oxidación mediante la aplicación de la correspondiente pintura del tipo Frigalván.

Las barras de los apoyos deberán ser comprobadas a pie de obra antes de ser montadas con objeto de asegurarse de que no han sufrido deformaciones y torceduras en el transporte, debiendo procederse a su corrección o desecharlas en el caso de que esto haya ocurrido.

No podrán ser utilizados en obra sin autorización expresa del Director de Obra y para cada caso en particular sopletes o elementos de soldadura eléctrica u oxiacetilénica.

#### 3.2.8.5.2 Tornillería

En cada unión se utilizarán los tornillos indicados en los planos. Los tornillos se limpiarán escrupulosamente antes de usarlos, y una vez apretados, deberán sobresalir de la tuerca el mínimo necesario que nos permita garantizar un correcto graneteado. Caso de no ser así, se le comunicará al Director de Obra. Como norma general, los tornillos estarán siempre orientados con la tuerca hacia el exterior de la torre, y en el caso de posición vertical (crucetas y encuadramientos), la tuerca irá hacia arriba y se comprobará exhaustivamente en estos elementos su apriete y posterior graneteado. Se prohíbe expresamente golpear tornillos en su colocación.

En estos prototipos se montará la tornillero indicada por el fabricante en los planos de montaje, teniendo en cuenta diámetros, longitudes, arandelas, etc.

Los tornillos se limpiarán escrupulosamente, antes de usarlos, y su apriete será el suficiente para asegurar el contacto entre las partes unidas. La sección de los tornillos viene determinado por el diámetro de los taladros que atraviesa. La longitud de los tornillos es función de los espesores que se unen, de tal modo que una vez apretados deberán sobresalir de la tuerca dos hilos del vástago fileteado.

Si el contratista observase que los tornillos no son los adecuados lo pondrá inmediatamente en conocimiento del Director de Obra.

Para el montaje de apoyos metálicos solo se utilizarán, para el apriete, llaves de tubo y para hacer coincidir los taladros, el punzón de calderero, el cual nunca se utilizará para agrandar los taladros.

Las barras de los apoyos antes de ser montadas deberán ser comprobadas a pié de obra, con objeto de asegurarse de que no han sufrido deformaciones ni torceduras en el transporte, debiendo procederse a su deshecho y sustitución caso de que esto haya ocurrido. Caso de darse ésta circunstancia debe de ser comunicada inmediatamente al técnico encargado de la obra

### 3.2.8.5.3 Herramientas

Para el montaje sólo se emplearán como herramientas las llaves autorizadas, barrilla, el puntero y el punzón de calderero que servirá para hacer coincidir los taladros de las piezas pero sin que el uso del puntero sirva para agrandar el taladro.

Las herramientas y medios mecánicos empleados están correctamente dimensionados y se utilizarán en la forma y con los coeficientes de seguridad para los que han sido diseñados.

### 3.2.8.5.4 Ejecución Material

El sistema de montaje de apoyo será el adecuado al tipo del mismo y se podrá realizar por el procedimiento que el Contratista considere más conveniente, pero en el caso de no ser el denominado "barra a barra" deberá ser previamente aprobado por el Director de Obra.

Cuando el armado del apoyo se realice en el suelo, se realizará sobre terreno sensiblemente horizontal y perfectamente nivelado con gatos y calces prismáticos de madera a fin de no producir deformaciones permanentes en barras o tramos.

El apriete de los tornillos con la torre en el suelo será inferior al determinado como apriete final, debiendo ser el suficiente para mantener unidas las barras.

En caso de roturas de barras y rasgado de taladros por cualquier causa, el Contratista tiene la obligación de ponerlo en conocimiento del Director de Obra y de proceder al cambio de los elementos.

### 3.2.8.6 Izado

No podrán comenzar los trabajos de izado de los apoyos antes de haber transcurrido siete días desde la finalización del hormigonado de los mismos.

En todos los casos en que la estructura por su volumen o dimensiones necesite de arriostramiento para su izado, con el fin de evitar deformaciones, éste se realizará por medio de puntales de madera o elementos metálicos preparados. El Contratista utilizará para el izado, el procedimiento que estima más conveniente, dentro de los habitualmente sancionados por la práctica (con pluma y cabrestantes, con grúas, etc.), evitando causar daños a las cimentaciones y sin someter a las estructuras a esfuerzos para los que no estén diseñadas.

Cualquiera que sea el procedimiento de izado, el apriete de las barras en el armado será el adecuado para que permita a los taladros en las distintas fases del izado absorber las pequeñas diferencias que se hayan producido como consecuencia de la fabricación del apoyo y la ejecución de las cimentaciones antes del apriete final.

Una vez izado el apoyo, la falta de verticalidad del mismo no podrá ser superior a 0,2% de la altura del apoyo.

### 3.2.8.6.1 Izado con pluma

Cuando se utilice el procedimiento de izado con pluma, se hará siempre con cabrestante y a fin de evitar el pandeo de la misma, el cable de cabrestante deberá deslizarse verticalmente pegado a la pluma, colocándose en la base del apoyo, una polea de reenvío.

Se comprobará el estado de las plumas en todos sus tramos cada vez que vayan a usarse. Una vez izada la pluma, se venteará según el esfuerzo a que vaya a ser sometida, y siguiendo las instrucciones de uso para las que ha sido concebida. Se instalarán como mínimo, 3 vientos dispuestos en estrella. Todos los vientos se fijarán al terreno mediante elementos de anclaje, debidamente diseñados y ejecutados.

La pluma no podrá suspenderse en el apoyo, excepto en los puntos y de la forma expresamente señalada para ello por el Director de Obra quien indicará además el peso máximo entre pluma y tramo a suspender. El ángulo máximo del eje de la pluma con los estribos de fijación de la misma al apoyo no superará los 45°.

### 3.2.8.6.2 Izado con grúa

Cuando las condiciones del terreno, de su entorno y de los apoyos a izar lo permitan, se podrán usar grúas en las operaciones de izado, con tal de que el proceso se realice con el conocimiento y aprobación previa del Director de Obra.

Cuando se utilice este procedimiento, se izará el apoyo suspendiéndolo de los puntos señalados en los planos. La estructura será convenientemente arriostrada en las zancas y lugares propensos a deformaciones antes del izado.

Salvo autorización expresa del Director de Obra no se utilizarán grúas para el izado en las proximidades de elementos energizados; en cualquier caso el Contratista tomará las precauciones necesarias en evitación de accidentes, y en cualquier caso determinar si es necesaria la petición del descargo de la línea que se encuentra en proximidad, o la conveniencia de tomar otras precauciones especiales.

### 3.2.8.7 Apretado y graneteado

Una vez que el Contratista haya comprobado el perfecto montaje de los apoyos, deberá proceder al repaso de los mismos, comprobando que han sido colocados la totalidad de los tornillos y realizado de forma sistemática el último apriete de los mismos y el graneteado de las tuercas de los tornillos (3 granetazos en estrella), con el fin de impedir que se aflojen. Una vez finalizado el graneteado de los tornillos y las tuercas se procederá a proteger el conjunto de la oxidación mediante pintura de galvanizado en frío.

Una vez terminado el izado del apoyo, no se quitarán los vientos sustentadores del apoyo antes de transcurridas 48 horas en aquellos cuya cimentación sea de hormigón.

En cada apoyo se colocará una placa normalizada de “riesgo eléctrico”, utilizando alguna de las soluciones constructivas previstas (flejado o adhesivo), no pudiéndose taladrar el montante del apoyo. Igualmente se numerará el apoyo.

Una vez terminada la fase de izado de los apoyos el contratista facilitará una relación en la que figure la resistencia de difusión de puesta a tierra de cada apoyo, indicando asimismo qué

apoyos disponen de toma de tierra en anillo, y cuales han necesitado la realización de tomas de tierra suplementarias por no haberse podido clavar la pica del fondo de la excavación.



### 3.2.8.8 Control de calidad

La verticalidad final del apoyo izado previo al tendido de los conductores, no tendrá una desviación superior al 0,2% de la altura del apoyo.

Los posibles defectos que se observen en el galvanizado producido como consecuencia de las operaciones desarrolladas, serán subsanados con los productos de protección adecuados, autorizados por el Director de Obra.

Se dispondrá en obra de un comprobador de llaves dinamométricas.

El Contratista deberá cumplir todos los requisitos establecidos para la ejecución de los trabajos, debiendo facilitar al Director de Obra el protocolo de revisión de apoyos de línea.

## 3.2.9 Instalación de conductores desnudos

### 3.2.9.1 Condiciones generales

El Contratista proporcionará a la obra toda la herramienta, equipo y maquinaria necesaria para la correcta ejecución de los trabajos de tendido. El comienzo de los trabajos de tendido, en un cantón, será como mínimo 28 días después de la terminación del hormigonado de todos los apoyos del mismo. El plazo mencionado podrá ser reducido, con la autorización expresa y por escrito del Director de Obra.

Antes del inicio de los trabajos, se hará conjuntamente por parte del Director de Obra y del Contratista una revisión de cada uno de los apoyos del cantón, comprobándose que en todos se cumplen las condiciones exigidas en los apartados anteriores de este Pliego de Condiciones. No podrán iniciarse los trabajos de tendido si a algún apoyo le faltasen angulares, tornillos sin el apriete final o sin granetear.

Con anterioridad suficiente se realizará una revisión conjunta de las herramientas, útiles y maquinaria a utilizar en la ejecución de los trabajos. En caso de que el Director de Obra lo considere oportuno, se realizará una prueba del equipo de tendido, herramientas y útiles a emplear.

Cualquier diferencia de longitud que el Contratista hallara al ser tendido el cable, deberá ponerlo en conocimiento del Director de Obra por escrito.

### 3.2.9.2 Colocación de cadenas de aisladores y poleas

Las cadenas de aisladores, tanto de suspensión, como de suspensión-cruce o de amarre tendrán la composición indicada en los planos de montaje del presente proyecto. En el plano de perfil de la línea se reflejará el tipo de cadena a instalar en cada apoyo. La manipulación de los aisladores y de los herrajes se hará con el mayor cuidado, no desembalándolos hasta el instante de su colocación, comprobándose si han sufrido algún desperfecto, en cuyo caso la pieza deteriorada será devuelta a almacén y sustituida por otra.

Las cadenas de aisladores se limpiarán cuidadosamente antes de ser montadas en los apoyos. Su elevación se hará de forma que no sufran golpes, ni entre ellas, ni contra superficies duras y de forma que no experimenten esfuerzos de flexión los vástagos que unen entre sí los elementos de la cadena, que podrían provocar el doblado y rotura de los mismos. A tal fin, las cadenas cuya composición sea igual o superior a 12 elementos, se montarán disponiéndolas en el interior de armaduras que aseguren el cumplimiento de lo expuesto.

Se cuidará que todas las grupillas de fijación queden bien colocadas y abiertas.

Los tornillos, bulones y pasadores de los herrajes y aisladores una vez montados quedarán mirando hacia la torre.



### 3.2.9.3 Instalación de protecciones en cruzamientos

Son los dispositivos que deben colocarse en los cruzamientos con carreteras, caminos, líneas eléctricas y telefónicas etc., antes de iniciarse el tendido de los cables, permitiendo al mismo tiempo el paso por las vías de comunicación sin interrumpir la circulación.

En los cruzamientos con caminos, líneas de Baja Tensión y líneas telefónicas se instalará una protección, por delante del obstáculo a cruzar y en el sentido de la línea a tender.

En los cruces con carreteras y autopistas se instalará una protección a cada lado de las vías. Y una en la mediana de separación en el caso de autopistas. En ambos casos se instalará una red que proteja las vías de posibles caídas de los cables.

Su instalación se realizará de forma que cumpla los Reglamentos vigentes para los servicios cruzados.

En los cruzamientos con líneas eléctricas se tomarán todas las precauciones (cortes de tensión, puesta a tierra, etc.) para evitar accidentes, siendo únicamente responsable el Contratista de lo que pudiera suceder, eximiendo en todo momento de responsabilidad al Director de Obra.

El Contratista deberá solicitar los cortes de tensión con al menos quince (15) días de antelación.

### 3.2.9.4 Tendido de los conductores y cables de tierra

Deberá comprobarse que en todo momento los cables deslizan suavemente sobre las poleas.

El Contratista elegirá los emplazamientos de los equipos de tendido y de las bobinas teniendo en cuenta la longitud de las mismas, el número y la situación de los apoyos de amarre y las prescripciones que señala el vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, respecto a la situación de empalmes. Con anterioridad suficiente, el Contratista presentará para su aprobación, el Plan General de Tendido, en el que se indicará, para cada serie, la ubicación de la maquinaria, bobinas, longitud de la serie, longitud de las bobinas y posible punto de empalme.

El criterio a seguir es tender bobinas completas y las combinaciones de las mismas a que diera lugar en cada serie particular, incluso su tendido parcial sucesivo o en series discontinuas, a fin de evitar en la medida de lo posible los sobrantes de cable y la realización de empalmes.

Se podrá tender más de una bobina por fase si se dispone de la suficiente potencia en la máquina de freno. En este caso la unión de ambas bobinas, durante el tendido, se realizará mediante una camisa de dos puntas o cualquier otro tipo de empalmes provisional. Queda totalmente prohibido el paso de un empalme definitivo por una polea, durante el tendido.

El cable se sacará de las bobinas mediante giro de las mismas. Este giro deberá efectuarse en el sentido impuesto por el fabricante.

Las bobinas se instalarán sobre gatos o soportes adecuados al peso y dimensiones de la misma. Estos gatos deberán disponer de elementos de nivelación mecánica y frenos adecuados para conseguir que el cable entre en la máquina de freno con tracción mecánica, evitando así que se aflojen las capas del cable en la bobina.

Las bobinas se situarán perfectamente alineadas con la máquina de freno y traza de la línea.

El despliegue de los cables se efectuará con máquina de freno, para evitar el rozamiento de los mismos con el suelo, o cualquier otro obstáculo.

Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo del tambor del freno con objeto de detectar posibles deterioros.

En los conductores que se observen rozamientos o rotura de alguna vena, bien procedente de fábrica o producidos durante el tendido, se podrán utilizar varillas o manguitos de reparación, o bien un empalme completo, si respecto a su situación el Reglamento lo autoriza. En todos los casos la reparación a efectuar deberá ser aprobada previamente por el Director de Obra.

La máquina de freno deberá estar convenientemente anclada al terreno mediante el suficiente número de puntos, de forma que quede asegurada su inmovilidad. Nunca podrán utilizarse los apoyos, cimentaciones o árboles para realizar el anclaje de las mismas.

Las máquinas de freno y de tiro deberán situarse a una distancia de los apoyos tal, que el ángulo que forme el cable, a la salida o llegada de las mismas, con la horizontal, no supere los 26°. En la práctica se puede decir que:

La tracción de tendido de los conductores será, como mínimo, la necesaria para que venciendo la resistencia de la máquina de freno, puedan desplegarse los cables evitando el rozamiento con los obstáculos naturales. Como máximo, esta tracción será del 70% de la necesaria para colocar los cables a su flecha. Esta tracción deberá mantenerse constante durante el tendido de todos los conductores de la serie.

Una vez definida la tracción máxima para una serie, se colocará en ese punto el disparo del dinamómetro de la máquina de tiro y no podrá variarse el mismo sin contar con la autorización expresa del Director de Obra.

Cuando sea preciso efectuar el tendido sobre vías de comunicación, (carreteras, autovías, ferrocarriles, caminos, etc.), se establecerán previamente protecciones especiales de carácter provisional que impidan la caída de los conductores sobre las citadas vías de comunicación, permitiendo al mismo tiempo, el paso por las mismas sin interrumpir la circulación. Estas protecciones, aunque de carácter provisional, deben ser capaces de soportar con toda seguridad los esfuerzos anormales que por accidentes puedan actuar sobre ellas en el caso de caer algún (o algunos) cables sobre ellas. Las protecciones que se monten en las proximidades de carreteras o caminos serán balizadas convenientemente.

En todos los cruzamientos de carreteras se dispondrán las señales de tráfico de obras, limitaciones de velocidad, peligro, etc., que el Organismo Oficial competente de carreteras estime oportuno.

En caso de cruce de líneas de alta tensión, también deberán disponerse las protecciones necesarias de manera que no se dañen los conductores durante su cruce.

Cuando haya que dejar sin tensión una línea para ser cruzada, deberán estar preparadas todas las herramientas y materiales, con el fin de que el tiempo del descargo se reduzca al mínimo y no se cortará hasta que todo esté preparado. Esta operación se hará de acuerdo con el programa que confeccione EDE al efecto.

El contratista deberá, con la antelación suficiente que exigen los distintos Organismos Oficiales, tener planificados los cruces de carreteras, ferrocarriles, líneas eléctricas, etc. con el fin de que se puedan organizar los cortes de tráfico, avisos a RENFE etc.

Antes de proceder al tensado de los conductores deberán ser venteados, en sentido longitudinal de la línea, los apoyos de amarre.

La tracción de los conductores debe realizarse lo suficientemente alejada del apoyo de tense, de manera que el ángulo que formen las tangentes del cable a su paso por la polea, no sea inferior a 160°, al objeto de evitar, primero, el aplastamiento del cable contra la polea y segundo, la posibilidad de doblar la cruceta.

Durante el tendido será necesaria la utilización de dispositivos para medir el esfuerzo de tracción de los cables en los extremos del tramo cabrestante y freno. El del cabrestante habrá

de ser de máxima y mínima con dispositivo de parada automática cuando se produzcan elevaciones o disminuciones anormales de las tracciones de tendido.

Cuando por cualquier eventualidad se produzca un daño en el conductor tendido, se comunicará inmediatamente al técnico encargado de la obra esta circunstancia, al objeto de determinar la mejor solución, (reparación con preformados, manguitos de empalme comprimidos, sustitución del conductor, etc.).

### 3.2.9.4.1 Tensado

Esta operación, posterior a la de tendido, consiste en poner a flecha aproximada los cables de la serie, previo amarre de los mismos en uno de sus extremos, por medio de las cadenas y grapas correspondientes, sin sobrepasar nunca la tensión de flecha. En caso de que la serie esté formada por más de un cantón, la tensión a la que llevará toda la serie será inferior a la menor de todos los cantones.

Las operaciones de tensado podrán realizarse con un cabrestante, tráctel o cualquier otro tipo de maquinaria o útil adecuado, que estará colocado a una distancia horizontal mínima del apoyo de tense, igual a dos veces y media la altura del mismo, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes de entrada y salida del cable piloto a su paso por la polea no sea inferior a 150°. Todas las maniobras se harán con movimientos suaves y nunca se someterán los cables a sacudidas.

Los cables deberán permanecer sin engrapar un máximo de 48 horas, colocados en su flecha sobre poleas antes del regulado, al objeto que se produzca el asentamiento de los cables.

### 3.2.9.4.2 Regulado y medición de flechas

#### 3.2.7.9.3. Regulado

Una vez se haya producido el asentamiento de los cables, se procederá a la operación de regulado, que consiste en poner los cables a la flecha indicada en las Tablas de Tendido para la temperatura del cable en ese momento.

El afino de la regulación se hará con cabrestante auxiliar de mano colocado en serie con la máquina o sistema de tracción y la comprobación por medio de la flecha.

La operación de regulado se realizará por medio de pull-lifts o trácteles en la cruceta punto de amarre o cabrestante situado en el punto de tiro del conductor. El tensado de los conductores se efectuará con arreglo a las tablas de tendido. La longitud de los vanos y desniveles será facilitada por el Contratista de las medidas tomadas una vez instalados los apoyos.

### 3.2.9.4.3 Medición de flechas

La medición de las flechas, deberá realizarse con aparatos topográficos de precisión o utilizando un teleflechas u otro dispositivo óptico similar.

Para la determinación de la temperatura, se utilizará un termómetro centesimal, instalación en un trozo de conductor o bien alojado en el mismo en sustitución del alma de acero.

En cualquiera de las operaciones tanto de tensado, regulado, marcado y correcciones a que diera lugar se mantendrá la instrucción anterior sobre los  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Cualquier variación de la Temperatura en  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  sobre la fijada para el marcado de flechas dará lugar a la corrección de las marcas para los distintos cables de la serie en las diversas operaciones.

### 3.2.10 Placas de peligro de muerte y numeración de los apoyos

Cada apoyo dispondrá de:

- Una numeración de apoyo.
- Una placa de advertencia de riesgo eléctrico

**Granada, Febrero de 2.018**

**D. Alejandro Rey-Stolle Degollada**

Ingeniero Industrial Col. 2116 del  
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Oriental

Documento VISADO electrónicamente con número: EGR1800262. Validación online [coiiaor.e-visado.net/validar.aspx](http://coiiaor.e-visado.net/validar.aspx) Código: ul1hmlai55220181231170





## GESTIÓN DE RESIDUOS

## ÍNDICE

APY20009 GESTIÓN DE RESIDUOS .....	1
1.INTRODUCCIÓN .....	3
2.OBJETO .....	3
3.CAMPO DE APLICACIÓN .....	3
4.REGLEMENTACIÓN.....	3
5.AGENTES .....	4
5.1. Productor .....	4
5.2. Poseedor .....	4
5.3. Gestor .....	5
6.ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION QUE SE GENERAN EN LA OBRA (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002 .....	6
6.1. Tipos de residuos .....	6
6.2. Estimación de la cantidad de residuos que se generarán en la obra .....	8
7.MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS .....	11
8.MEDIDAS DE SEPARACIÓN EN OBRA .....	13
9.OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA .....	14
9.1. Reutilización en la misma obra: .....	14
9.2. Valorización en la misma obra: .....	15
9.3. Eliminación de residuos no reutilizables ni valorizables “in situ” .....	15
10.PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS.....	15
11.PLIEGO DE CONDICIONES.....	15
12.PRESUPUESTO .....	18

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye el ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS para el PROYECTO TIPO de ENDESA DISTRIBUCIÓN, en adelante EDE, aplicable a Líneas Aéreas de Media Tensión para tensiones de servicio de 3ª Categoría (tensiones mayores de 1kV y hasta 30 kV inclusive).

De acuerdo con artículo 4.1 del RD 105/2008, el productor de residuos (promotor), tiene la obligación de incluir en el proyecto de ejecución de la obra un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, con el siguiente contenido mínimo:

- Estimación de la cantidad de residuos que se generarán en la obra.
- Medidas para la prevención de los residuos en la obra objeto del proyecto.
- Medidas de separación de los residuos en obra
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación de los residuos generados en obra.
- Planos de las instalaciones previstas
- Las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones.
- Presupuesto previsto de la gestión de los residuos.

## 2. OBJETO

El presente documento tiene por objeto garantizar el cumplimiento de la Ley 22/2011 de 28 de julio de Residuos y suelos contaminados y el Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos, aplicado a Líneas Aéreas de Media Tensión de hasta 30 kV destinadas a formar parte de las redes de distribución de ENDESA DISTRIBUCIÓN, siendo de aplicación tanto para las instalaciones construidas por la citada empresa como para las construidas por terceros y cedidas a ella.

En los siguientes apartados se detalla el contenido del “Estudio de Gestión de Residuos” que debe acompañar al proyecto de ejecución de la obra siempre y cuando se generen residuos.

La gestión de los residuos generados en cada obra se realizará según lo que se establece en la legislación vigente basada en la legislación nacional y complementada con la legislación autonómica.

## 3. CAMPO DE APLICACIÓN

El presente documento será de aplicación a las Líneas Aéreas de Media Tensión para tensiones de servicio de 3ª Categoría (tensiones mayores de 1kV y hasta 30 kV inclusive).

## 4. REGLAMENTACIÓN

- *Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.*

- Ley 22/2011 de 28 de julio de Residuos y suelos contaminados
- 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.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados
- Normativa específica de la Comunidad Autónoma y Ordenanzas Municipales.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.

## 5. AGENTES

### 5.1. Productor

A los efectos del real decreto 105/2008 se entiende como productor de residuos de construcción y demolición (en adelante RCD):

- 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 adquiriente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

El productor está obligado a disponer de la documentación que acredite que los RCD realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el RD 105/2008 y, en particular, en el Estudio de Gestión de residuos de la obra o en sus posteriores modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En el caso de las obras sometidas a licencia urbanística, el productor de residuos está obligado a constituir, cuando proceda, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas, la fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los RCD de la obra.

### 5.2. Poseedor

A los efectos del real decreto 105/2008 se entiende como poseedor de RCD 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 el artículo 5 del RD 105/2008 establece las obligaciones del poseedor de RCD. En él se indica que la persona física o jurídica que ejecute la obra está obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje como llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los RCD que se vayan a producir en la obra.

El poseedor de RCD, cuando no proceda a gestionar los residuos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión.

Los RCD se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los RCD por parte de los poseedores a los gestores se registrará por lo establecido en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en 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.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

### 5.3. Gestor

El gestor, según el artículo 7 del Real Decreto 105/2008, cumplirá con las siguientes obligaciones:

a) En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificadas con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.

b) Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en la letra a) La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

c) Extender al poseedor o al gestor que le entregue RCD, en los términos recogidos en el real decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia.

Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguientes a que fueron destinados los residuos.

d) En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el producto, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

## 6. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION QUE SE GENERAN EN LA OBRA (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002)

### 6.1. Tipos de residuos

Para cada obra se indicarán los tipos de residuos que se pueden generar, marcando en las casillas correspondientes cada tipo de RCD que se identifique en la obra de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por Orden MAM/304/2002 del Ministerio de Medio Ambiente, de 8 de febrero, o sus modificaciones posteriores, en función de las Categorías de Niveles I, II.

**RCD de Nivel I.-** Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

**RCD de Nivel II.-** Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliar y de la implantación de servicios. (Abastecimiento y saneamiento, telecomunicaciones, suministro eléctrico, gasificación y otros).

En ambos casos, son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

El estudio de gestión de RCD se ajustará al modelo general siguiente, siendo válidos otros formatos equivalentes, sin perjuicio del resto de documentación que se desee acompañar al mismo por parte del redactor del estudio.

#### A.1.: RCDs Nivel I

1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN		
x	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07

#### A.2.: RCDs Nivel II

RCD: Naturaleza no pétreo		
<b>1. Asfalto</b>		
x	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
<b>2. Madera</b>		
	17 02 01	Madera
<b>3. Metales</b>		
x	17 04 01	Cobre, bronce, latón
x	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
x	17 04 04	Zinc
x	17 04 05	Hierro y Acero

	17 04 06	Estaño
	17 04 06	Metales mezclados
x	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
<b>4. Papel</b>		
x	20 01 01	Papel
<b>5. Plástico</b>		
x	17 02 03	Plástico
<b>6. Vidrio</b>		
	17 02 02	Vidrio
<b>7. Yeso</b>		
x	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01

**RCD: Naturaleza pétreo**

<b>1. Arena Grava y otros áridos</b>		
x	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
x	01 04 09	Residuos de arena y arcilla

<b>2. Hormigón</b>		
x	17 01 01	Hormigón

<b>3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos</b>		
x	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 1 7 01 06.

<b>4. Piedra</b>		
x	17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03

**RCD: Potencialmente peligrosos y otros**

<b>1. Basuras</b>		
	20 02 01	Residuos biodegradables
x	20 03 01	Mezcla de residuos municipales

<b>2. Potencialmente peligrosos y otros</b>		
	17 01 06	mezcal de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)
	17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla
	17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitran de hulla y otras SP's
	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto

17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos,...)
13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)
16 01 07	Filtros de aceite
20 01 21	Tubos fluorescentes
16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
16 06 03	Pilas botón
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
15 01 11	Aerosoles vacíos
16 06 01	Baterías de plomo
13 07 03	Hidrocarburos con agua
17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03

## 6.2. Estimación de la cantidad de residuos que se generarán en la obra

Los residuos que se generarán pueden clasificarse según el tipo de obra en:

1. Residuos procedentes de los trabajos previos (replanteos, excavaciones, movimientos...)
2. Residuos de actividades de nueva construcción
3. Residuos procedentes de demoliciones

NOTA: para una Obra Nueva, en ausencia de datos más contrastados, la experiencia demuestra que se pueden usar datos estimativos estadísticos de 20 cm de altura de mezcla de residuos por m<sup>2</sup> construido, con una densidad tipo del orden de 1,5 a 0,5 Tm/m<sup>3</sup>.

**En instalación de apoyos:**

Estimación de residuos en LAMT:	APOYOS BT-MT-AT
Volumen desmontaje apoyos existente	2,80 Tn
Volumen total cimentación apoyos	69,00 m <sup>3</sup>
Volumen total de residuos	62,10 m <sup>3</sup>
<b>Volumen de tierras sobrantes</b>	<b>55,89 m<sup>3</sup></b>
<b>Volumen de RCDs Nivel II</b>	<b>5,59 m<sup>3</sup></b>

En apoyos suponemos que el 90% de las tierras no se reutilizan y que de éste 90% un 10% es de residuos Nivel II.

**En apertura/cierre de zanjas:**

Estimación de residuos en OBRA NUEVA:	ZANJAS BT-MT-AT
Longitud de zanjas	761,00 m
Ancho de zanjas	0,50 m
Profundidad de zanjas	1,10 m
Volumen total de zanjas	418,55 m <sup>2</sup>
Volumen total de residuos	83,71 m <sup>3</sup>
<b>Volumen de tierras sobrantes</b>	<b>75,34 m<sup>3</sup></b>
<b>Volumen de RCDs Nivel II</b>	<b>8,37 m<sup>3</sup></b>

La estimación completa de residuos en la obra seguiría una estructura similar o igual a:

Estimación de residuos:			
Volumen total de residuos Nivel II	5,89	m <sup>3</sup>	
Densidad tipo (entre 0,5 y 1,5 T/m <sup>3</sup> )	1,10	Tm/m <sup>3</sup>	
Toneladas de residuos Nivel II	9,28	Tm	
Volumen de tierras sobrantes Nivel I	71,70	m <sup>3</sup>	
Presupuesto estimado de la obra	60.254,12	€	
Presupuesto de movimiento de tierras en proyecto	1.506,35	€	( entre 1,00 - 2,50 % del PEM)

Con el dato estimado de RCD por metro cuadrado de construcción y en base a los estudios realizados de la composición en peso de los RCD que van a vertederos, se consideran los siguientes pesos y volúmenes en función de la tipología de residuo:

<b>A.1.: RCDs Nivel I</b>				
		<b>Tm</b>	<b>d</b>	<b>V</b>
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC		Toneladas de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m <sup>3</sup> Volumen de Tierras
<b>1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN</b>				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto		107,55	1,50	71,70

<b>A.2.: RCDs Nivel II</b>				
	<b>%</b>	<b>Tm</b>	<b>d</b>	<b>V</b>
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	% de peso	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m <sup>3</sup> Volumen de Residuos
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>				
1. Asfalto	0,050	0,46	1,30	0,36
2. Madera	0,040	0,37	0,60	0,62
3. Metales	0,025	0,23	1,50	0,15
4. Papel	0,003	0,03	0,90	0,03
5. Plástico	0,015	0,14	0,90	0,15
6. Vidrio	0,005	0,05	1,50	0,03
7. Yeso	0,002	0,02	1,20	0,02
<b>TOTAL estimación</b>	<b>0,140</b>	<b>1,30</b>		<b>1,36</b>
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>				
1. Arena Grava y otros áridos	0,040	0,37	1,50	0,25
2. Hormigón	0,120	1,11	1,50	0,74
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	0,540	5,01	1,50	3,34
4. Piedra	0,050	0,46	1,50	0,31
<b>TOTAL estimación</b>	<b>0,750</b>	<b>6,96</b>		<b>4,64</b>
<b>RCD: Potencialmente peligrosos y otros</b>				
1. Basuras	0,070	0,65	0,90	0,72
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,040	0,37	0,50	0,74
<b>TOTAL estimación</b>	<b>0,110</b>	<b>1,02</b>		<b>1,46</b>
	<b>1,000</b>	<b>9,28</b>		

## 7. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE GENERACION DE RESIDUOS

La primera prioridad respecto a la gestión de residuos es minimizar la cantidad que se genere. Para conseguir esta reducción, se han seleccionado una serie de medidas de prevención que deberán aplicarse durante la fase de ejecución de la obra:

- a) Todos los agentes intervinientes en la obra deberán conocer sus obligaciones en relación con los residuos y cumplir las órdenes y normas dictadas por la Dirección Técnica.
- b) Se deberá optimizar la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales es origen de más residuos sobrantes de ejecución.
- c) Se preverá el acopio de materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar la rotura y sus consiguientes residuos.
- d) Utilización de elementos prefabricados.
- e) Las arenas y gravas se acopian sobre una base dura para reducir desperdicios.
- f) Si se realiza la clasificación de los residuos, habrá que disponer de los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. La separación selectiva se deberá llevar a cabo en el momento en que se originan los residuos. Si se mezclan, la separación posterior incrementa los costes de gestión.
- g) Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deberán estar debidamente etiquetados.
- h) Se impedirá que los residuos líquidos y orgánicos se mezclen fácilmente con otros y los contaminen. Los residuos se deben depositar en los contenedores, sacos o depósitos adecuados.

Se adoptarán todas las medidas genéricas para la prevención y minimización de generación de residuos. Como medida especial, será obligatorio hacer un inventario de los posibles residuos peligrosos que se puedan generar en la obra. En ese caso se procederá a su retirada selectiva y entrega a gestores autorizados de residuos peligrosos.

En la fase de redacción del proyecto se deberá tener en cuenta distintas alternativas constructivas y de diseño que dará lugar a la generación de una menor cantidad de residuos.

Como criterio general se adoptarán las siguientes medidas genéricas para la prevención y minimización de generación de residuos, en distintas fases de la obra:

### Prevención en tareas de demolición

En la medida de lo posible, las tareas de demolición se realizarán empleando técnicas de desconstrucción selectiva y de desmontaje con el fin de favorecer la reutilización, reciclado y valorización de los residuos.

Como norma general, la demolición se iniciará con los residuos peligrosos, posteriormente los residuos destinados a reutilización, tras ellos los que se valoricen y finalmente los que se depositarán en vertedero.

### Prevención en la adquisición de materiales

La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad necesaria a las mediciones reales de obra, ajustando al máximo las mismas para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.

Se requerirá a las empresas suministradoras que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes priorizando aquellos que minimizan los mismos.

Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones pero de difícil o imposible reciclado.

Se mantendrá un inventario de productos excedentes para la posible utilización en otras obras.

Se realizará un plan de entrega de los materiales en que se detalle para cada uno de ellos, la cantidad, fecha de llegada a obra, lugar y forma de almacenaje en obra, gestión de excedentes y en su caso gestión de residuos.

Se priorizará la adquisición de productos "a granel" con el fin de limitar la aparición de residuos de envases en obra.

Aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palets, serán tratados de forma que se evite su deterioro y serán devueltos al proveedor.

Se incluirá en los contratos de suministro una cláusula de penalización a los proveedores que generen en obra más residuos de los previstos y que se puedan imputar a una mala gestión.

### **Prevención en la Puesta en Obra**

Se optimizará el empleo de materiales en obra evitando la sobredosificación o la ejecución con derroche de material especialmente de aquellos con mayor incidencia en la generación de residuos.

Los materiales prefabricados, por lo general, optimizan especialmente el empleo de materiales y la generación de residuos por lo que se favorecerá su empleo.

En la puesta en obra de materiales se intentará realizar los diversos elementos conforme al tamaño del módulo de las piezas que lo componen para evitar desperdicio de material.

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 primará el empleo de elementos desmontables o reutilizables frente a otros de similares prestaciones no reutilizables.

Se agotará la vida útil de los medios auxiliares propiciando su reutilización en el mayor número de obras, para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.

Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de los mismos.

En concreto se pondrá especial interés en:

- La excavación se ajustará a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas de los planos de cimentación.
- El hormigón suministrado será preferentemente de central. En caso de sobrantes se intentarán utilizar en otras ubicaciones como hormigones de limpieza, base de solados, relleno y nivelación de la parcela, etc.
- Para la cimentación y estructura, se pedirán los perfiles y barras de armadura con el tamaño definitivo.

- Los encofrados se reutilizarán al máximo, cuidando su desencofrado y mantenimiento, alargando su vida útil.
- Las piezas que contengan mezclas bituminosas se pedirá su suministro con las dimensiones justas, evitando así sobrantes innecesarios.
- Todos los elementos de la carpintería de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, optimizando su solución.
- En cuanto a los elementos metálicos y sus aleaciones, se solicitará su suministro en las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra a excepción del montaje de los kits prefabricados.
- Se calculará correctamente la cantidad de materiales necesarios para cada unidad de obra proyectada.
- El material se pedirá para su utilización más o menos inmediata, evitando almacenamiento innecesario.

### **Prevención en el Almacenamiento en Obra**

En caso de ser necesario el almacenamiento, éste se protegerá de la lluvia y humedad.

Se realizará un almacenamiento correcto de todos los acopios evitando que se produzcan derrames, mezclas entre materiales, exposición a inclemencias meteorológicas, roturas de envases o materiales, etc.

Se extremarán los cuidados para evitar alcanzar la caducidad de los productos sin agotar su consumo.

Los responsables del acopio de materiales en obra conocerán las condiciones de almacenamiento, caducidad y conservación especificadas por el fabricante o suministrador para todos los materiales que se recepcionen en obra.

En los procesos de carga y descarga de materiales en la zona de acopio o almacén y en su carga para puesta en obra se pueden producir percances con el material que convierten en residuos productos en perfecto estado. Es por ello que se extremarán las precauciones en estos procesos de manipulado.

Se realizará un plan de inspecciones periódicas de materiales, productos y residuos acopiados o almacenados para garantizar que se mantiene en las debidas condiciones.

Se pactará la disminución y devolución de embalajes y envases a suministradores y proveedores. Se potenciará la utilización de materiales con embalajes reciclados y elementos retornables. Así mismo se convendrá la devolución de los materiales sobrantes que sea posible.

## **8. MEDIDAS DE SEPARACIÓN EN OBRA.**

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los RCD deberán separarse, para facilitar su valoración posterior, 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:

<b>Hormigón</b>	<b>80,00 T</b>
<b>Ladrillos, tejas, cerámicos</b>	<b>40,00 T</b>
<b>Metales</b>	<b>2,00 T</b>
<b>Madera</b>	<b>1,00 T</b>
<b>Vidrio</b>	<b>1,00 T</b>
<b>Plásticos</b>	<b>0,50 T</b>
<b>Papel y cartón</b>	<b>0,50 T</b>

Con objeto de conseguir una mejor gestión de los residuos generados en la obra de manera que se facilite su reutilización, reciclaje o valorización y para asegurar las condiciones de higiene y seguridad requeridas en el artículo 5.4 del Real Decreto 105/2008, se tomarán las siguientes medidas:

Las zonas de obra destinadas al almacenaje de residuos quedarán convenientemente señalizadas y para cada fracción se dispondrá un cartel señalizador que indique el tipo de residuo que recoge.

Todos los envases que lleven residuos deben estar claramente identificados, indicando en todo momento el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del poseedor y el pictograma de peligro en su caso.

Las zonas de almacenaje para los residuos peligrosos habrán de estar suficientemente separadas de las de los residuos no peligrosos, evitando de esta manera la contaminación de estos últimos.

Los residuos se depositarán en las zonas acondicionadas para ellos conforme se vayan generando.

Los residuos se almacenarán en contenedores adecuados tanto en número como en volumen evitando en todo caso la sobrecarga de los contenedores por encima de sus capacidades límite.

Los contenedores situados próximos a lugares de acceso público se protegerán fuera de los horarios de obra con lonas o similares para evitar vertidos descontrolados por parte de terceros que puedan provocar su mezcla o contaminación.

Para aquellas obras en la que por falta de espacio no resulte técnicamente viable efectuar la separación de los residuos, ésta se podrá encomendar a un gestor de residuos en una instalación de RCD externa a la obra.

## **9. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA**

### **9.1. Reutilización en la misma obra:**

Es la recuperación de elementos constructivos completos con las mínimas transformaciones posibles.

Si se reutiliza algún otro residuo, habrá que explicar si se le aplica algún tratamiento.

Se potenciará la reutilización de los encofrados y otros medios auxiliares todo lo que sea posible, así como la devolución de embalajes, envases, etc.

## 9.2. Valorización en la misma obra:

Son operaciones de deconstrucción y de separación y recogida selectiva de los residuos en el mismo lugar donde se producen.

Estas operaciones consiguen mejorar las posibilidades de valorización de los residuos, ya que facilitan el reciclaje o reutilización posterior. Son imprescindibles cuando se deben separar residuos potencialmente peligrosos para su tratamiento.

Si se valorizara algún residuo, habrá que explicar el proceso y la maquinaria a emplear.

## 9.3. Eliminación de residuos no reutilizables ni valorizables “in situ”

El tratamiento o vertido de los residuos producidos en obra se realizará a través de una empresa de gestión y tratamiento de residuos autorizada para la gestión de los mismos.

# 10. PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS

Se debe aportar en el Estudio de Gestión de Residuos los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los RCD en la obra, planos que posteriormente podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, siempre con el acuerdo de la dirección de la obra.

# 11. PLIEGO DE CONDICIONES

### Con carácter General:

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los RCD en obra.

#### Gestión de RCD

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales que cumplirán las especificaciones.

#### Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección de la obra y a la Propiedad los certificados de los contenedores empleados así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la Comunidad Autónoma correspondiente.

#### Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

### Con carácter Particular:

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto (se marcan aquellas que sean de aplicación a la obra)

	<p>Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares...para las partes o elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes.</p> <p>Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles...). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de as instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan.</p>
x	El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1m <sup>3</sup> , contadores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.
x	El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
	<p>Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15cm a lo largo de toso su perímetro.</p> <p>En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envase y el número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.</p>
	El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la mismo. Los contadores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.
x	En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.
x	<p>Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.</p> <p>En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados.</p> <p>La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.</p>
x	Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente. Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos



<b>x</b>	La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.
<b>x</b>	Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos.  En cualquier caso siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.
<b>x</b>	Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros
<b>x</b>	Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos
	Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenada durante el menor tiempo posible en cabellones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y a contaminación con otros materiales

## 12. PRESUPUESTO

Para la elaboración del presupuesto del estudio de gestión de los residuos se usará el modelo siguiente o similar:

A.- ESTIMACION DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs					
Tipología RCDs	Estimación (m³)	Precio gestión en Planta / Vestadero / Cantera / Gestor (€/m³)	Importe (€)	Importe mínimo(€)	% del presupuesto de Obra
<b>A1 RCDs Nivel I</b>					
Tierras y pétreos de la excavación	71,70	8,00	573,60	573,60	0,9520%
Orden 2690/2006 CAM establece límites entre 40 - 60.000 €					<b>0,9520 %</b>
<b>A2 RCDs Nivel II</b>					
RCDs Naturaleza Pétreo	4,64	20,00	92,78	92,78	0,1540%
RCDs Naturaleza No Pétreo (metales)	0,15	-105,00	-16,24	-16,24	-0,0269%
RCDs Naturaleza No Pétreo (resto)	1,21	23,00	27,77	27,77	0,0461%
RCDs Potencialmente peligrosos	1,46	30,00	43,92	43,92	0,0729%
Orden 2690/2006 CAM establece un límite mínimo del 0,2% del presupuesto de la obra					<b>0,2460%</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTION RCDs</b>			<b>721,83</b>	<b>721,83</b>	<b>1,1980%</b>

En Granada, marzo de 2018

Fdo: D. Alejandro Rey-Stolle Degollada

Ingeniero Industrial Col. 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Andalucía Oriental.





# PRESUPUESTO

Documento VISADO electrónicamente con número: EGR1800262. Validación online [coiiaor.e-visado.net/validar.aspx](http://coiiaor.e-visado.net/validar.aspx) Código: ul1hmlaf55220181231170

**ADECUACION LAMT "OTURA-ALHENDIN" DERIVAC. REPETIDOR y ARENAL  
T.M. ALHENDÍN y LA MALAHÁ**



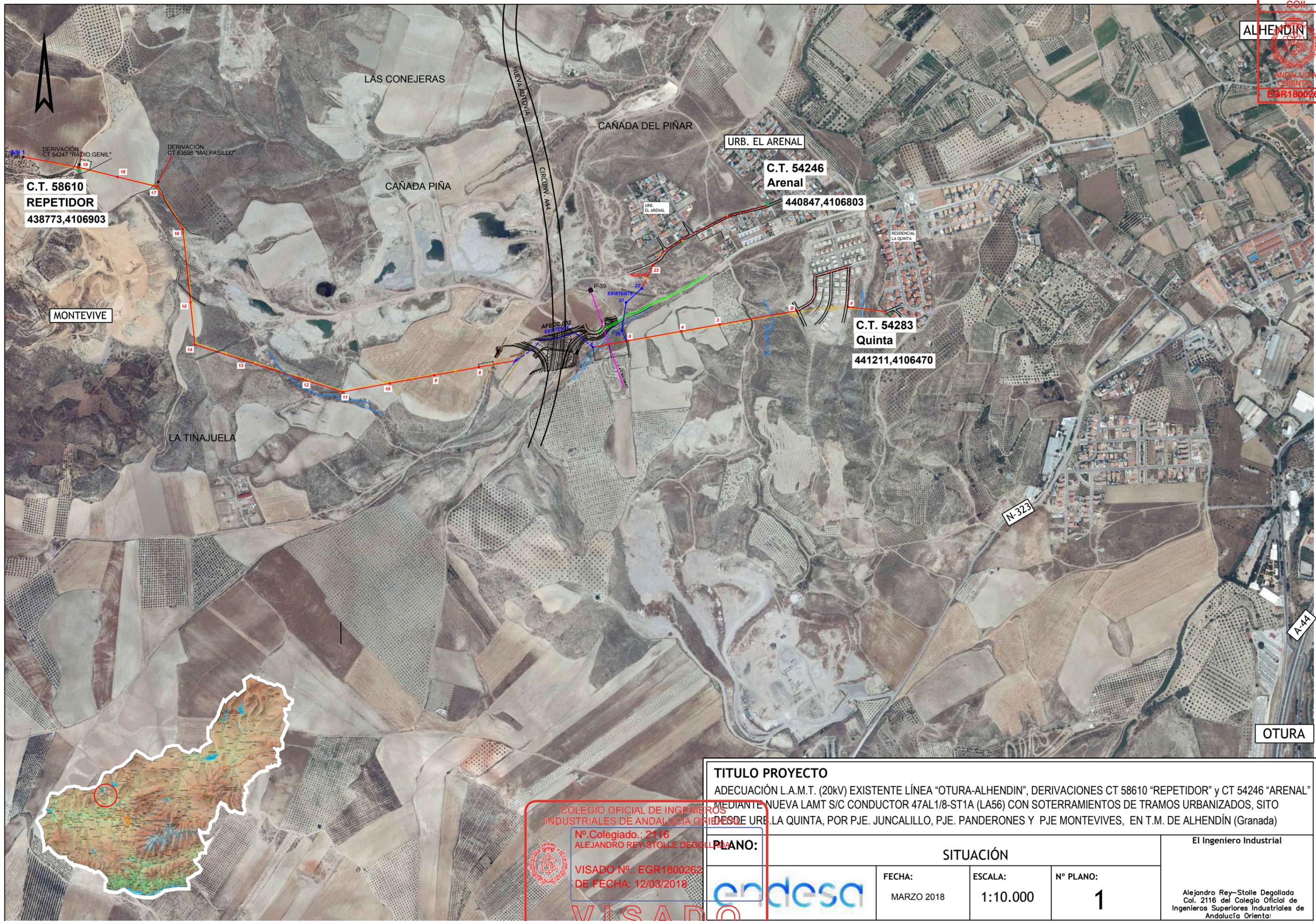
CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL				60.254,12
DESCRIPCIÓN	ud.	CANTIDAD	PRECIO Ud.	IMPORTE
WACB25 Ud ANTIESCALO OBRA CIVIL APOYO FRECUENTADO	Ud	3,00	611,03	1.833,09 €
WCB01 Ud ACERADO PERIMETRAL APOYO PASO A/S	Ud	3,00	1.207,60	3.622,80 €
EXCAVACION DE HOYOS PARA APOYOS	m3	64,00	26,00	1.664,00 €
HORMIGONADO DE HOYOS PARA APOYOS	m3	69,00	42,00	2.898,00 €
WSD004 ARQUETA PREFABRICADA HORMIGÓN "A1"	Ud	8,00	250,19	2.001,52 €
270307 MARCO Y TAPA DE ARQUETA "A1"	Ud	8,00	76,27	610,16 €
WSD005 ARQUETA PREFABRICADA HORMIGÓN "A2"	Ud	6,00	403,85	2.423,10 €
270308 MARCO Y TAPA DE ARQUETA "A2"	Ud	6,00	123,68	742,08 €
WSD036 REPOSICION DE PAVIMENTO U HORMIGÓN	m2	381,00	18,72	7.132,32 €
WSD0108 CANALIZACIÓN TIPO "B" EN ASFALTO Prof.HASTA 1,50m Urbanización La Quinta: 356m + Urbanización Arenal 405m.	ml	761,00	49,05	37.327,05 €
CAPÍTULO 2: DESMONTES LAMT				8.505,41
DESCRIPCIÓN	ud.	CANTIDAD	PRECIO Ud.	IMPORTE
WZB002 MANIOBRA Y ZONA PROTEGIDA MT 2 PAREJAS	Ud.	2,00	195,65	391,30 €
WDA003 IMPLEMENTACIÓN TABLET 5 REGLAS DE ORO	Ud.	2,00	6,43	12,86 €
WDA004 ACTA PREVIA PLANIFICACION DE TRABAJOS	Ud.	2,00	100,00	200,00 €
WZB006 COLOCACION CARTELERÍA Y AVISOS	Ud.	2,00	26,97	53,94 €
WZB007 COMUNICACIÓN INDIVIDUAL CORTE PROGRAMADO	Ud.	3,00	25,03	75,09 €
WACA12 ABRIR LÍNEA AÉREA M.T. SOBRE APOYOS	Ud.	4,00	14,53	58,12 €
WACE05 DESMONTE KG HIERRO APOYO METAL (7Ud. Arenal)	kg	2.800,00	0,29	812,00 €
WACE05 DESMONTE KG HIERRO APOYO METAL (22Ud. Repetidor)	kg	12.100,00	0,29	3.509,00 €
WACA11 DESMONTAJE AISLADOR O CADENA AISLADORES	Ud.	174,00	5,75	1.000,50 €
WCCI02 DESMONTAJE SECCIONADOR III O FUSIBLES	Ud.	4,00	15,15	60,60 €
WAFD03 DESMONTAJE TENDIDO LINEA AEREA ACTUAL	Ud.	2.650,00	0,88	2.332,00 €
CAPÍTULO 3: INSTALACIÓN LÍNEA SUBTERRÁNEA				17.670,94
DESCRIPCIÓN	ud.	CANTIDAD	PRECIO Ud.	IMPORTE
WZB002 MANIOBRA Y ZONA PROTEGIDA MT 2 PAREJAS	Ud.	2,00	195,65	391,30 €
WDA003 IMPLEMENTACIÓN TABLET 5 REGLAS DE ORO	Ud.	2,00	6,43	12,86 €
WDA004 ACTA PREVIA PLANIFICACION DE TRABAJOS	Ud.	2,00	100,00	200,00 €
WCCE01 TERMINACION INTERIOR CABLE MT	Ud.	6,00	57,92	347,52 €
270116 CONECTOR EN "T" PARA CABINAS CABLE 240-18/30	Ud.	6,00	58,59	351,54 €
WSD002 LIMPIEZA CANALIZ. EXISTENTE (A648258-CD QUINTA)	ml	12,00	1,67	20,04 €
WSE027 EXPLORACION Y DIAGNOSTICO CABLE M.T.	Ud	2,00	214,43	428,86 €
WSE007 TENDIDO BAJO TUBO CIRCUITO MT	ml	809,00	4,93	3.988,37 €
330015 CABLE RH5Z1 240AL 18/30KV	ml	2.430,00	4,46	10.837,80 €
WSE009 TERMINACION CABLE SUBTERRANEO MT EN ALTURA	Ud	4,00	152,38	609,52 €
270096 TERMINAL EXT. FRIO 18/30 240AL	Ud	12,00	28,95	347,40 €
WSF002 CONFECCION PLANO AS BUILT RED SUBT.	Ud	1,00	135,73	135,73 €
CAPÍTULO 3: INSTALACION DE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSION				48.631,92
DESCRIPCIÓN	ud.	CANTIDAD	PRECIO Ud.	IMPORTE
WT0034 JORNADA EQUIPO TET 3 PERSONAS	Ud.	2,00	675,10	1.350,20 €
WT0035 COMPLEMENTO PERSONA EXTRA TET	Ud.	2,00	55,78	111,56 €
WAFG01 TENDIDO CONDUCTOR AÉREO LA56 (M)	ml.	2.650,00	1,07	2.835,50 €
310071 CONDUCTOR LA-54,6	ml.	7.950,00	0,37	2.941,50 €
WAFG12 RETENSADO DE VANOS EXISTENTES	Ud.	3,00	58,31	174,93 €
WAFB01 FORRADO CONDUCTOR DESNUDO	ml.	36,00	39,20	1.411,20 €
WACD01 CONVERSIÓN AÉREO-SUBT. MT 1CTO	Ud.	4,00	240,83	963,32 €
170078 PARARRAYOS POM 20KV/10KA NEUTRO AISLADO	Ud.	12,00	33,33	399,96 €
WACF01 PAT APOYO FRECUENTADO (Nº1, 2, 20)	Ud.	3,00	240,83	722,49 €
WACB12 PAT APOYO MT/BT ZONA NORMAL	Ud.	15,00	44,36	665,40 €
WACA11 COLOCACIÓN CADENA AISLADORES	Ud.	111,00	5,75	638,25 €
300020 AISLADOR POLIMÉRICO AMARRE 1150mm	Ud.	111,00	19,49	2.163,39 €
300032 AISLADOR POLIMÉRICO SUSPENSION	Ud.	48,00	10,84	520,32 €
WACB15 MONTAJE APOYO CELOSÍA HASTA 4500 DAN (KG) (Parte de obra civil - incluida en WACB15)	kg.	12.050,00	0,98	11.809,00 €
230331 APOYO METÁLICO C 1000 DAN 14 M	Ud.	2,00	464,17	928,34 €
230216 APOYO METÁLICO C 1000 DAN 16 M	Ud.	3,00	524,08	1.572,24 €
230217 APOYO METÁLICO C 1000 DAN 18 M	Ud.	3,00	614,42	1.843,26 €
230333 APOYO METÁLICO C 2000 DAN 14 M	Ud.	1,00	616,50	616,50 €
230240 APOYO METÁLICO C 2000 DAN 16 M	Ud.	4,00	709,32	2.837,28 €
230241 APOYO METÁLICO C 2000 DAN 18 M	Ud.	3,00	1.055,57	3.166,71 €
230247 APOYO METÁLICO C 3000 DAN 18 M	Ud.	2,00	819,73	1.639,46 €
WACB18 ARMADO TRESBOLILLO (KG)	kg.	1.350,00	0,39	526,50 €
230349 SEMICRUCETA 1,5m ZONA AóB APOYO<=4500daN	Ud.	63,00	32,33	2.036,79 €
WACA02 CONJUNTO SECC.UNIPOLAR 24KV	Ud.	3,00	308,72	926,16 €
M6702211 SECC.UNIPOLAR 24KV	Ud	3,00	133,74	1.203,66 €
RESUMEN DEL PRESUPUESTO:				
CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	IMPORTE	
CAPÍTULO 1:	OBRA CIVIL		60.254,12 €	
CAPÍTULO 2:	DESMONTES LAMT	1,00	8.505,41 €	
CAPÍTULO 3:	INSTALACIÓN LÍNEA SUBTERRÁNEA	1,00	17.670,94 €	
CAPÍTULO 3:	INSTALACION DE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSION	1,00	48.631,92 €	
<b>TOTAL:</b>			<b>135.062,39 €</b>	

Asciende el presupuesto de Obra Civil, a la cantidad de CIENTO TREINTA Y CINCO MIL, CON SESENTA Y DOS EUROS, CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS DE EURO.

## **APY10012 - Planos**

### **Listado de Planos**

1. SITUACION (1:10.000)
2. **EMPLAZAMIENTO : ESTADO ACTUAL y FUTURO,**
- 3.1 PLANTA **LAMT TRAMO 1:** PARCELARIO Y AFECCIONES,
- 3.2 PLANTA **LAMT TRAMO 2:** PARCELARIO Y AFECCIONES,
- 3.3 PLANTA **LAMT TRAMO 3:** PARCELARIO Y AFECCIONES,
- 4 **PERFIL LÍNEA AÉREA MT** (Ev 1:500 y Eh 1:2000),
- 5.1. PLANTA **LSMT EN TRAMO URBANIZACION “LA QUINTA”,**
- 5.2. PLANTA **LSMT EN TRAMO URBANIZACION “ARENAL”,**
6. ZANJA DE M.T. A REALIZAR,
7. ARQUETAS,
8. CIMENTACION Y PUESTA A TIERRA DE APOYOS,
9. MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE AVIFAUNA,
10. PASOS AÉREO/SUBTERRANEO A REALIZAR,



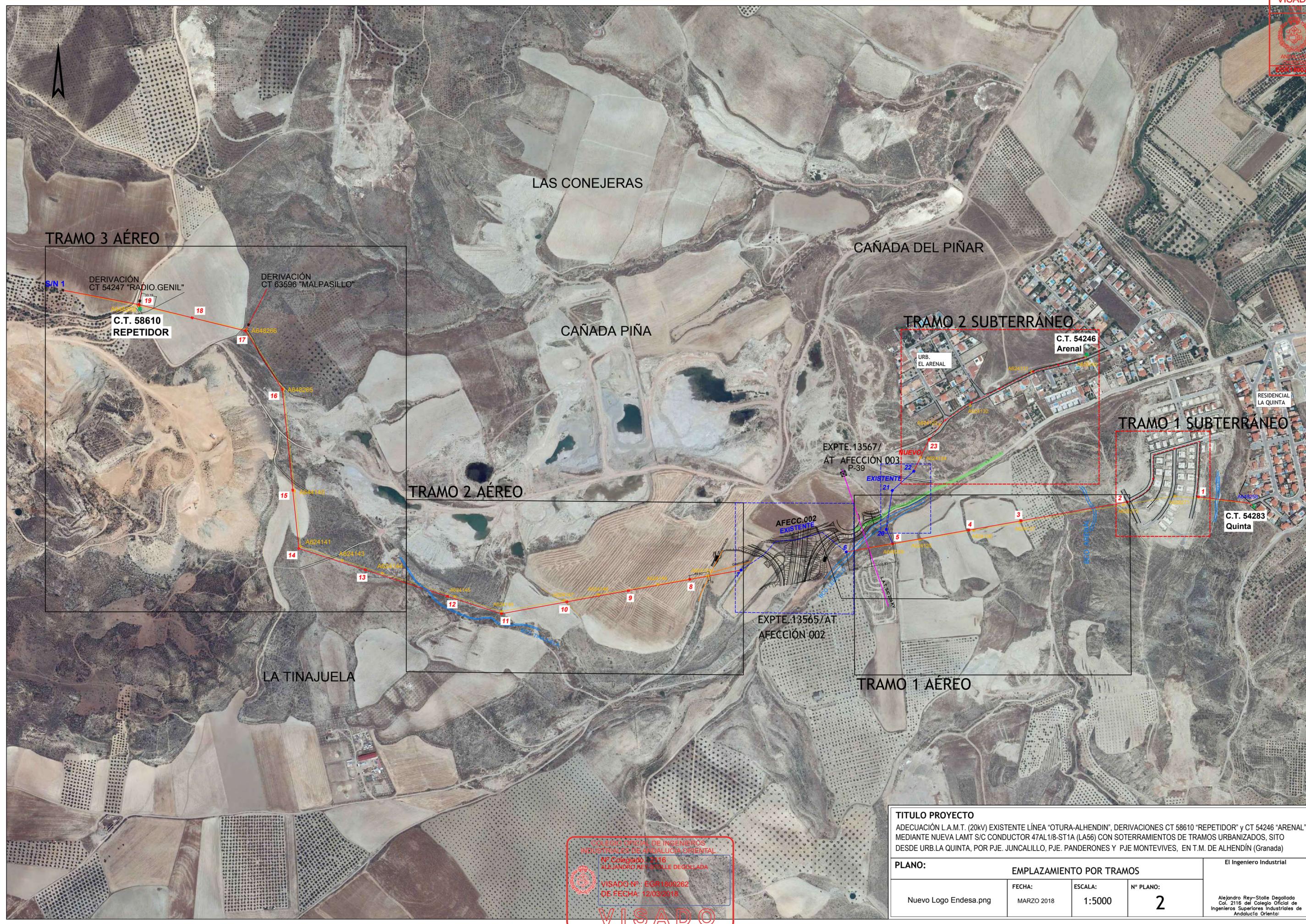
**TITULO PROYECTO**  
ADECUACIÓN L.A.M.T. (20kV) EXISTENTE LÍNEA "OTURA-ALHENDÍN", DERIVACIONES CT 58610 "REPETIDOR" y CT 54246 "ARENAL" MEDIANTE NUEVA LAMT S/C CONDUCTOR 47AL1/8-ST1A (LA56) CON SOTERRAMIENTOS DE TRAMOS URBANIZADOS, SITO DE URB. LA QUINTA, POR PJE. JUNCALILLO, PJE. PANDERONES Y PJE MONTEVIVES, EN T.M. DE ALHENDÍN (Granada)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL  
Nº Colegiado.: 2116  
ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA  
VISADO Nº.: EGR1800262  
DE FECHA: 12/03/2018

<b>PLANO:</b>	<b>SITUACIÓN</b>			El Ingeniero Industrial  Alejandro Rey-Stolle Degollada Col. 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Andalucía Oriental
	FECHA: MARZO 2018	ESCALA: 1:10.000	Nº PLANO: <b>1</b>	

**VISADO**

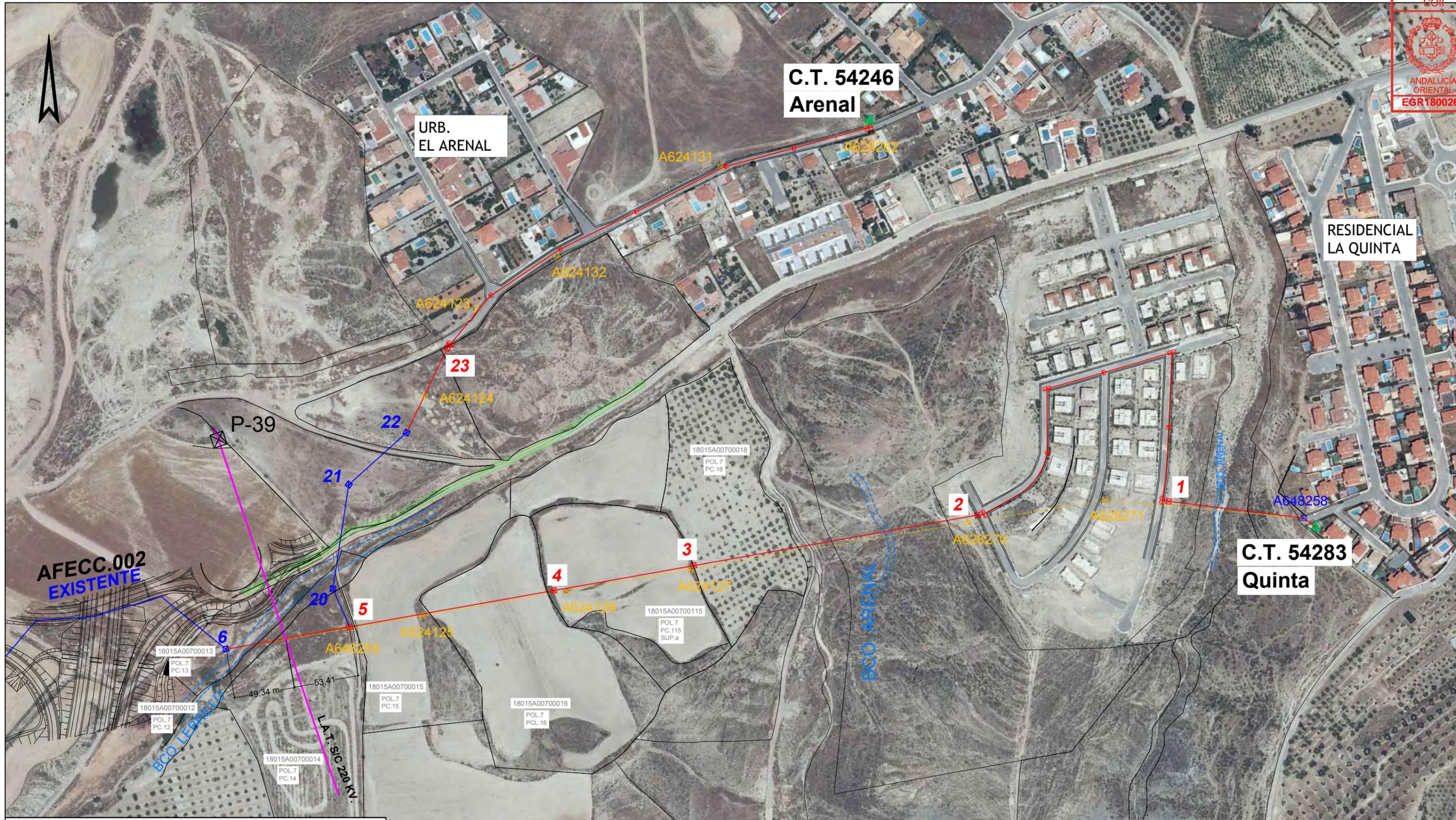




COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCIA ORIENTAL  
Nº Colegiado: 2116  
ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA  
VISADO Nº: EGR1800262  
DE FECHA: 12/03/2018  
**VISADO**

**TITULO PROYECTO**  
ADECUACIÓN L.A.M.T. (20kV) EXISTENTE LÍNEA "OTURA-ALHENDIN", DERIVACIONES CT 58610 "REPETIDOR" y CT 54246 "ARENAL" MEDIANTE NUEVA LAMT S/C CONDUCTOR 47AL1/8-ST1A (LA56) CON SOTERRAMIENTOS DE TRAMOS URBANIZADOS, SITO DESDE URB.LA QUINTA, POR PJE. JUNCALILLO, PJE. PANDERONES Y PJE MONTEVIVES, EN T.M. DE ALHENDÍN (Granada)

<b>PLANO:</b>	<b>EMPLAZAMIENTO POR TRAMOS</b>			El Ingeniero Industrial
Nuevo Logo Endesa.png	<b>FECHA:</b> MARZO 2018	<b>ESCALA:</b> 1:5000	<b>Nº PLANO:</b> 2	Alejandro Rey-Stolle Degollada Col. 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Andalucía Oriental



-  CENTRO DE TRANSFORMACION INTERIOR
-  TRAMO MT DE 20kv SUBTERRANEO RH5Z1 3X240 AL CALZADA: NUEVA ZANJA 2 TUBOS Ø200 mm
-  TRAMO NUEVO MT DE 20kv AÉREO LA-56
-  TRAMO MT DE 20kv AÉREO EXISTENTE
-  TRAMO MT A DESMONTAR DE 20kv AÉREO
-  APOYO DE M.T. A DESMONTAR
-  APOYO METÁLICO DE A.T. EXISTENTE
-  APOYO METÁLICO DE A.T. NUEVO A INSTALAR
-  ARQUETA A1 NUEVA
-  ARQUETA A2 NUEVA

**TITULO PROYECTO**  
ADECUACIÓN L.A.M.T. (20kv) EXISTENTE LÍNEA "OTURA-ALHENDIN", DERIVACIONES CT 58610 "REPETIDOR" y CT 54246 "ARENAL" MEDIANTE NUEVA LAMT S/C CONDUCTOR 47AL1/8-ST1A (LA56) CON SOTERRAMIENTOS DE TRAMOS URBANIZADOS, SITO DE URB. LA QUINTA, POR PJE. JUNCALILLO, PJE. PANDERONES Y PJE MONTEVIVES, EN T.M. DE ALHENDÍN (Granada)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL

Nº Colegiado.: 2116  
ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA

VISADO Nº.: EGR1800262  
DE FECHA: 12/03/2018

VISADO

<b>PLANO:</b>	<b>PLANTA LAMT TRAMO 1: PARCELAS Y AFECCIONES</b>			El Ingeniero Industrial
	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	Alejandro Rey-Stolle Degollada Col. 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Andalucía Oriental
	MARZO 2018	1:3.000	3.1	



- CENTRO DE TRANSFORMACION INTERIOR
- TRAMO MT DE 20kv SUBTERRANEO RH5Z1 3X240 AL CALZADA: NUEVA ZANJA 2 TUBOS Ø200 mm
- TRAMO NUEVO MT DE 20kv AÉREO LA-56
- TRAMO MT DE 20kv AÉREO EXISTENTE
- TRAMO MT A DESMONTAR DE 20kv AÉREO
- APOYO DE M.T. A DESMONTAR
- APOYO METÁLICO DE A.T. EXISTENTE
- APOYO METÁLICO DE A.T. NUEVO A INSTALAR
- ARQUETA A1 NUEVA
- ARQUETA A2 NUEVA

**TITULO PROYECTO**  
ADECUACIÓN L.A.M.T. (20kv) EXISTENTE LÍNEA "OTURA-ALHENDIN", DERIVACIONES CT 58610 "REPETIDOR" y CT 54246 "ARENAL" MEDIANTE NUEVA LAMT S/C CONDUCTOR 47AL1/8-ST1A (LA56) CON SOTERRAMIENTOS DE TRAMOS URBANIZADOS, SITO DE URB. LA QUINTA, POR PJE. JUNCALILLO, PJE. PANDERONES Y PJE. MONTEVIVES, EN T.M. DE ALHENDÍN (Granada)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL  
Nº Colegiado: 2116  
ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA  
VISADO Nº.: EGR1800262  
DE FECHA: 12/03/2018  
**VISADO**

<b>PLANO:</b>	<b>PLANTA LAMT TRAMO 2: PARCELAS Y AFECCIONES</b>			El Ingeniero Industrial
	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	Alejandro Rey-Stolle Degollada Col. 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Andalucía Oriental
	MARZO 2018	1:3.000	<b>3.2</b>	



-  CENTRO DE TRANSFORMACION INTERIOR
-  TRAMO MT DE 20kv SUBTERRANEO RH5Z1 3X240 AL CALZADA: NUEVA ZANJA 2 TUBOS Ø200 mm
-  TRAMO NUEVO MT DE 20kv AÉREO LA-56
-  TRAMO MT DE 20kv AÉREO EXISTENTE
-  TRAMO MT A DESMONTAR DE 20kv AÉREO
-  APOYO DE M.T. A DESMONTAR
-  APOYO METÁLICO DE A.T. EXISTENTE
-  APOYO METÁLICO DE A.T. NUEVO A INSTALAR
-  ARQUETA A1 NUEVA
-  ARQUETA A2 NUEVA

**TITULO PROYECTO**  
 ADECUACIÓN L.A.M.T. (20kv) EXISTENTE LÍNEA "OTURA-ALHENDIN", DERIVACIONES CT 58610 "REPETIDOR" y CT 54246 "ARENAL" MEDIANTE NUEVA LAMT S/C CONDUCTOR 47AL1/8-ST1A (LA56) CON SOTERRAMIENTOS DE TRAMOS URBANIZADOS, SITO DE URB. LA QUINTA, POR PJE. JUNCALILLO, PJE. PANDERONES Y PJE MONTEVIVES, EN T.M. DE ALHENDIN (Granada)

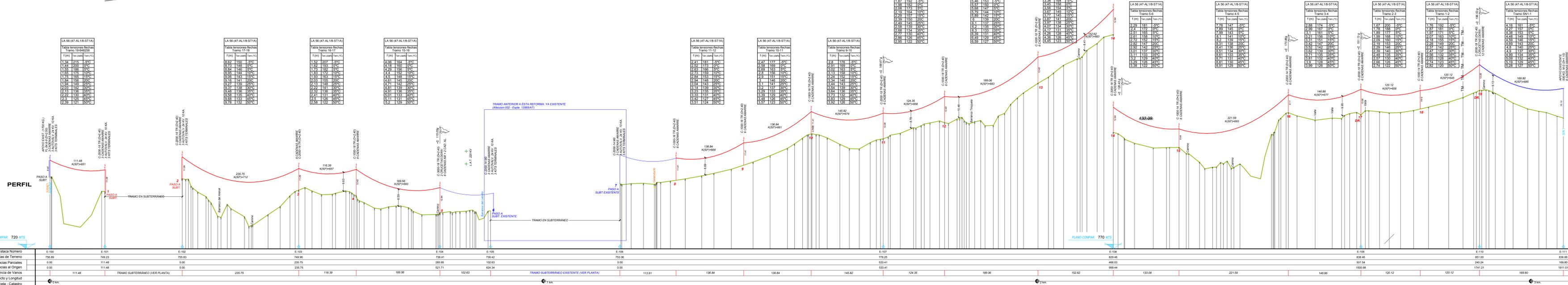
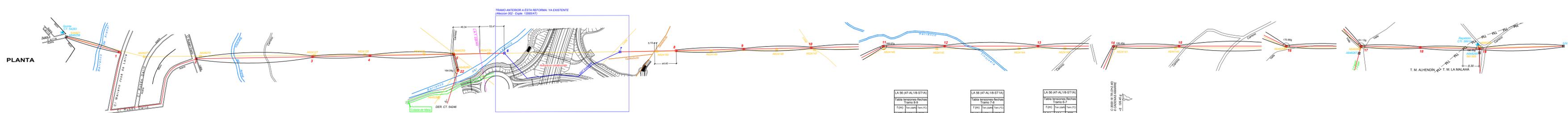
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL

Nº Colegiado: 2116  
ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA

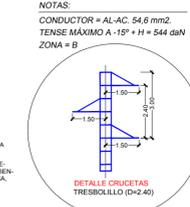
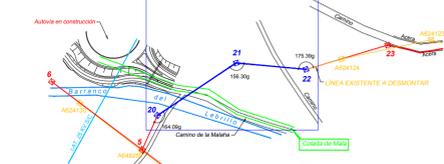
VISADO Nº: EGR1800262  
DE FECHA: 12/03/2018

VISADO

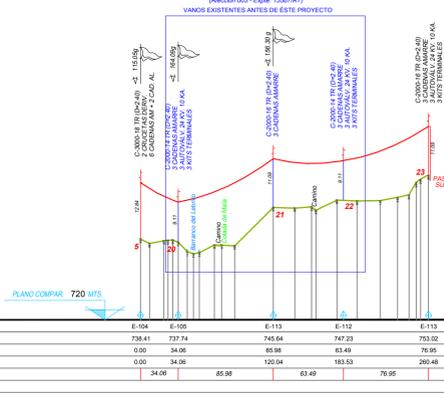
<b>PLANO:</b>			<b>El Ingeniero Industrial</b>
<b>PLANTA LAMT TRAMO 3: PARCELAS Y AFECCIONES</b>			
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	
MARZO 2018	1:3.000	<b>3.3</b>	
Alejandro Rey-Stolle Degollada Col. 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Andalucía Oriental			



**DERIVACIÓN CT. 54246 (ARENAL)**



- LOS TRAMOS DE LÍNEA SUBTERRÁNEA A DEFINIR EN OBRA  
 - LOS APÓYOS SELECCIONADOS CORRESPONDEN AL MODELO UNESA PARA UNA CONSTANTE DEL TERRENO DE 8 kg/cm<sup>2</sup>  
 - LAS COORDENADAS REPRESENTADAS SON ABSOLUTAS, GEORREFERENCIADAS CON LAS BASES DE LA RED NACIONAL DE POSICIONAMIENTO (IGN) Y EL GPS EMPLEADO ES UNA PAREJA DE LA MARCA LEICA, MODELO GS-14



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
 INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL  
 IPI Colegiado: 2116  
 ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA  
 VISADO Nº: EGR1800262  
 DE FECHA: 12/03/2018  
**VISADO**

**TÍTULO PROYECTO**  
 ADSCRIBCIÓN A LA M.T. (DAV) EXISTENTE LÍNEA "OTURA-ALHENDÍN", DERIVACIONES CT 58610 "REPETIDOR" Y CT 54246 "ARENAL" MEDIANTE NUEVA LAMT DE CONDUCTOR 47AL-18-STIA (L456) CON SOTERRAMIENTOS DE TRAMOS URBANIZADOS, SITO (DESDE: LÍNEA LA QUINTA, POR P.F.E. JUNCALILLO, P.F.E. PANDEÑONES Y P.F.E. ALHENDÍN (GARRÓN))

**PLANO:** PERFIL LONGITUDINAL LAMT  
 FECHA: MARZO 2018  
 ESCALA: H=1/2,000  
 V=1/500  
 Nº PLANO: 4

andesa  
 Ing. Técnico Industrial



-  CENTRO DE TRANSFORMACION INTERIOR
-  TRAMO MT DE 20kv SUBTERRANEO RH5Z1 3X240 AL CALZADA: NUEVA ZANJA 2 TUBOS Ø200 mm
-  TRAMO NUEVO MT DE 20kv AÉREO LA-56
-  TRAMO MT DE 20kv AÉREO EXISTENTE
-  TRAMO MT A DESMONTAR DE 20kv AÉREO
-  APOYO DE M.T. A DESMONTAR
-  APOYO METÁLICO DE A.T. EXISTENTE
-  APOYO METÁLICO DE A.T. NUEVO A INSTALAR
-  ARQUETA A1 NUEVA
-  ARQUETA A2 NUEVA

**TITULO PROYECTO**  
ADECUACIÓN L.A.M.T. (20kv) EXISTENTE LÍNEA "OTURA-ALHENDIN", DERIVACIONES CT 58610 "REPETIDOR" y CT 54246 "ARENAL" MEDIANTE NUEVA LAMT S/C CONDUCTOR 47AL1/8-ST1A (LA56) CON SOTERRAMIENTOS DE TRAMOS URBANIZADOS, SITO DE URB. LA QUINTA, POR PJE. JUNCALILLO, PJE. PANDERONES Y PJE MONTEVIVES, EN T.M. DE ALHENDÍN (Granada)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCIA ORIENTAL  
Nº Colegiado.: 2116  
ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA  
VISADO Nº.: EGR1800262  
DE FECHA: 12/03/2018

**VISADO**

<b>PLANO:</b> PLANTA LSMT TRAMO 1			El Ingeniero Industrial
	FECHA: MARZO 2018	ESCALA: 1:1.000	Nº PLANO: <b>5.1</b>
			Alejandro Rey-Stolle Degollada Col. 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Andalucía Oriental



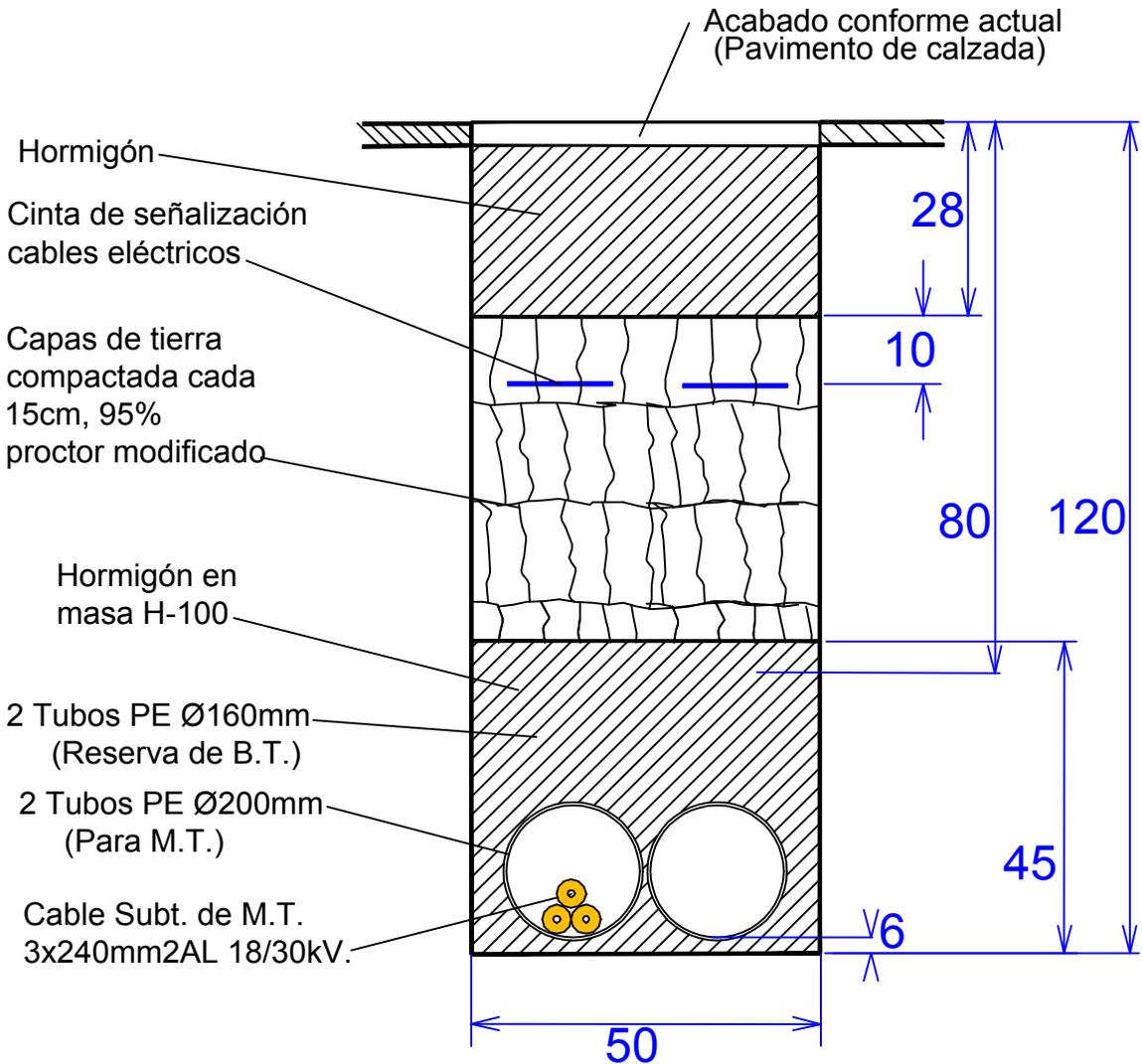
-  CENTRO DE TRANSFORMACION INTERIOR
-  TRAMO MT DE 20kv SUBTERRANEO RH5Z1 3X240 AL CALZADA: NUEVA ZANJA 2 TUBOS Ø200 mm
-  TRAMO NUEVO MT DE 20kv AÉREO LA-56
-  TRAMO MT DE 20kv AÉREO EXISTENTE
-  TRAMO MT A DESMONTAR DE 20kv AÉREO
-  APOYO DE M.T. A DESMONTAR
-  APOYO METÁLICO DE A.T. EXISTENTE
-  APOYO METÁLICO DE A.T. NUEVO A INSTALAR
-  ARQUETA A1 NUEVA
-  ARQUETA A2 NUEVA

**TITULO PROYECTO**  
 ADECUACIÓN L.A.M.T. (20kv) EXISTENTE LÍNEA "OTURA-ALHENDIN", DERIVACIONES CT 58610 "REPETIDOR" y CT 54246 "ARENAL" MEDIANTE NUEVA LAMT S/C CONDUCTOR 47AL1/8-ST1A (LA56) CON SOTERRAMIENTOS DE TRAMOS URBANIZADOS, SITO DE URB. LA QUINTA, POR PJE. JUNCALILLO, PJE. PANDERONES Y PJE MONTEVIVES, EN T.M. DE ALHENDÍN (Granada)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL  
 Nº Colegiado.: 2116  
 ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA  
 VISADO Nº.: EGR1800262  
 DE FECHA: 12/03/2018  
**VISADO**

<b>PLANO:</b>			<b>PLANTA LSMT TRAMO 2</b>			El Ingeniero Industrial		
endesa			FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	Alejandro Rey-Stolle Degollada Col. 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Andalucía Oriental		
			MARZO 2018	1:2.000	<b>5.2</b>			

## ZANJA LSMT BAJO CALZADA 2 Tubos hormigonados



Documento VISADO electrónicamente con número: EGR1800262. Validación online coii.ao.r.e-visado.net/validar.aspx Código: ul1hmlai55220181231170

### TITULO PROYECTO

ADECUACIÓN L.A.M.T. (20kV) EXISTENTE LÍNEA "OTURA-ALHENDÍN", DERIVACIONES CT 58610 "REPETIDOR" y CT 54246 "ARENAL" MEDIANTE NUEVA LAMT S/C CONDUCTOR 47AL 1/8-ST 1A (LA56) CON SU TERRAMIENTOS DE TRAMOS URBANIZADOS, SITO DESDE URB.LA QUINTA, POR PJE. JUNCIÓN DE BARRERONES Y ARJEMONT

PLANO:

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL

Nº Colegiado.: 2116  
ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA  
DETALLE ZANJAS

VISADO Nº: EGR1800262  
DE FECHA: 12/03/2018  
ESCALA: SE

Nº PLANO: 6

MARZO 2018

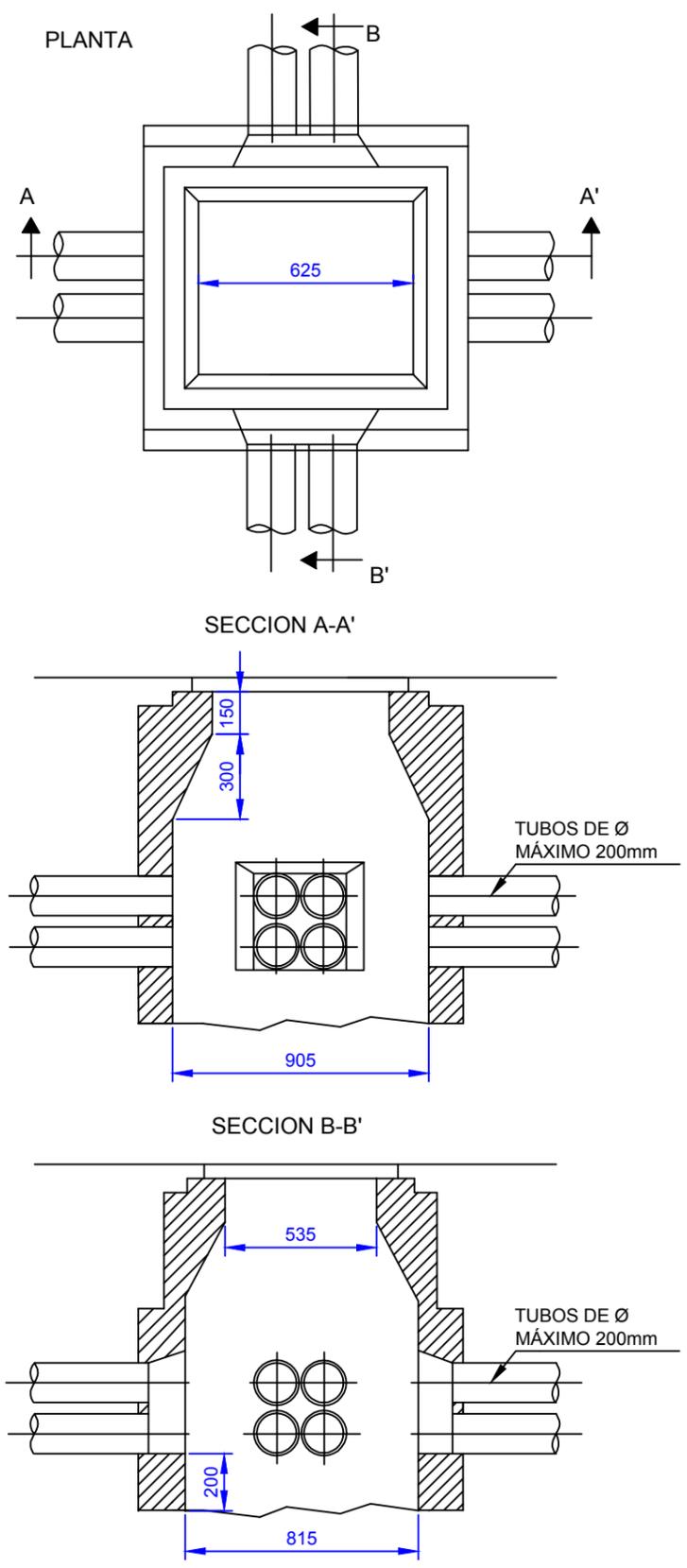
**VISADO**

El Ingeniero Industrial

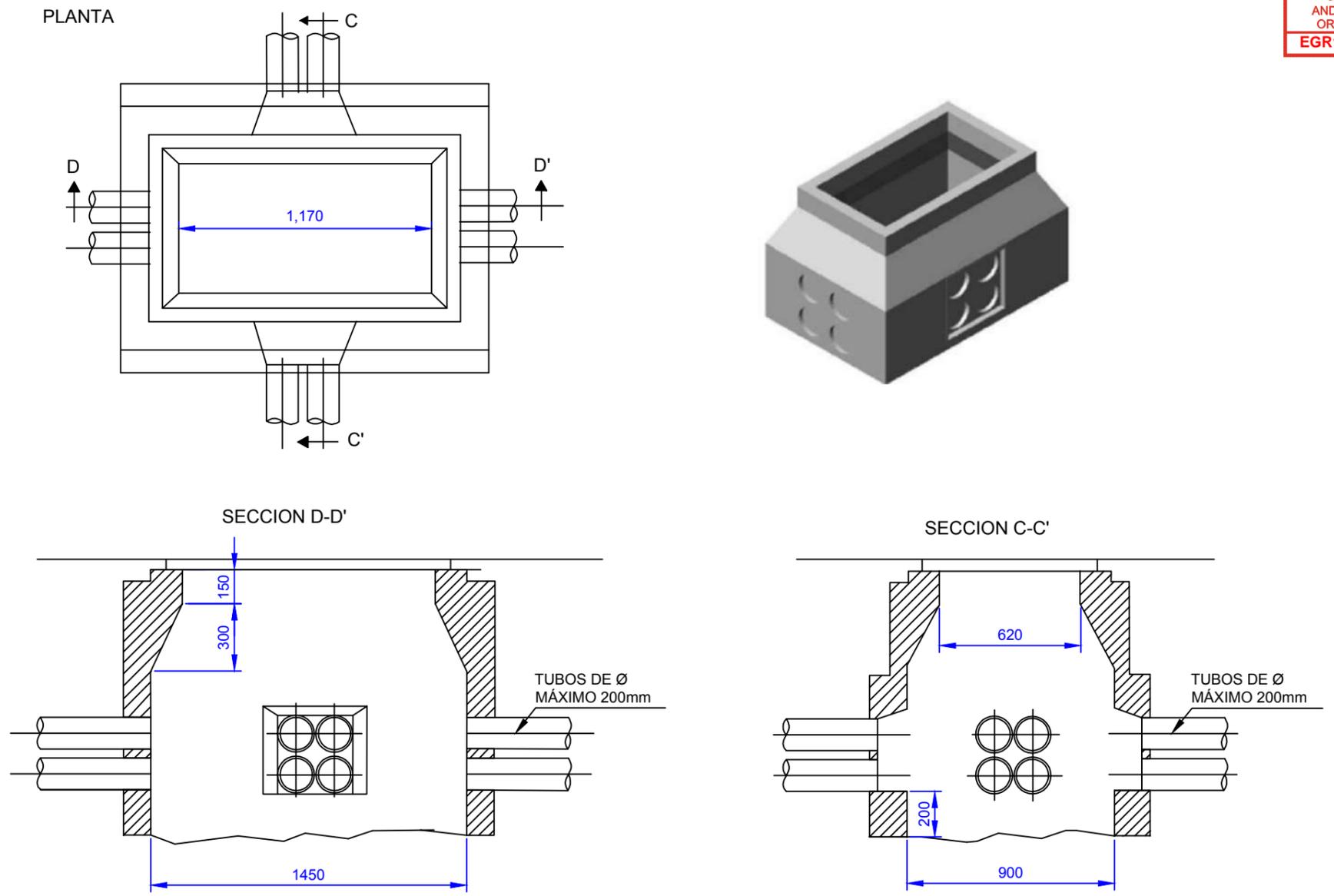


Alejandro Rey-Stolle Degollada  
Col. 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Andalucía Oriental

# ARQUETA TIPO A-1



# ARQUETA TIPO A-2



SE COLOCARÁN:  
 - TIPO A1: CADA 40m, COMO MÁXIMO EN CADA TRAZADO RECTO.  
 - TIPO A2: PARA LOS EMPALMES, CAMBIOS PRONUNCIADOS DE DIRECCIÓN, Y AL PIE DE CADA PASO AEREO/SUBTERRANEO.

SE SELLARÁN LOS TUBOS DE ENTRADA A LAS ARQUETAS.

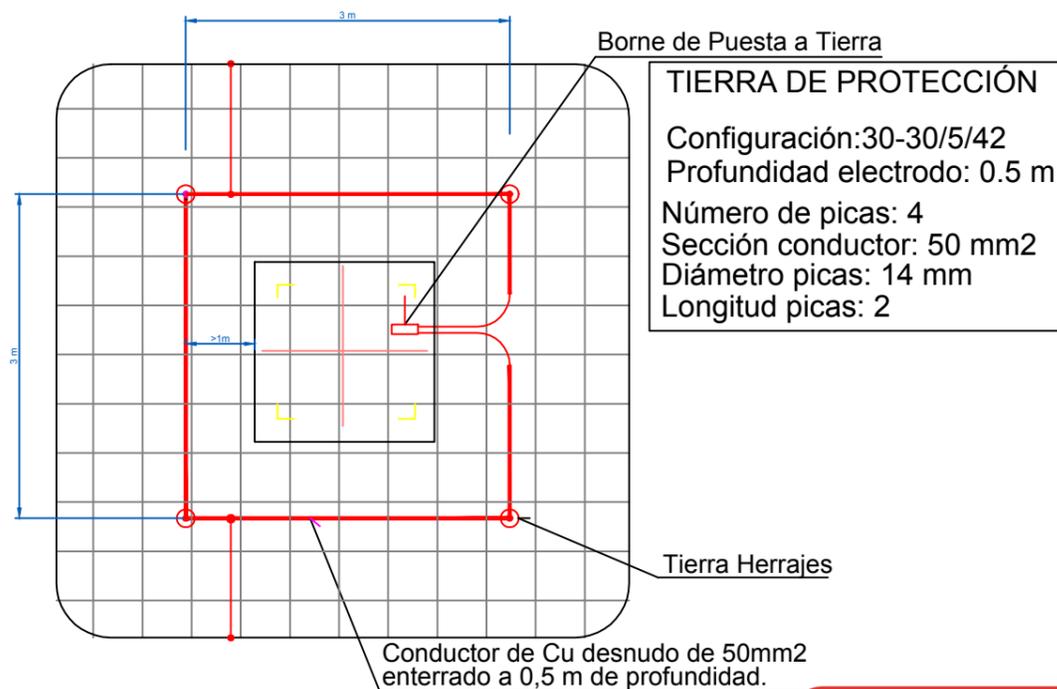
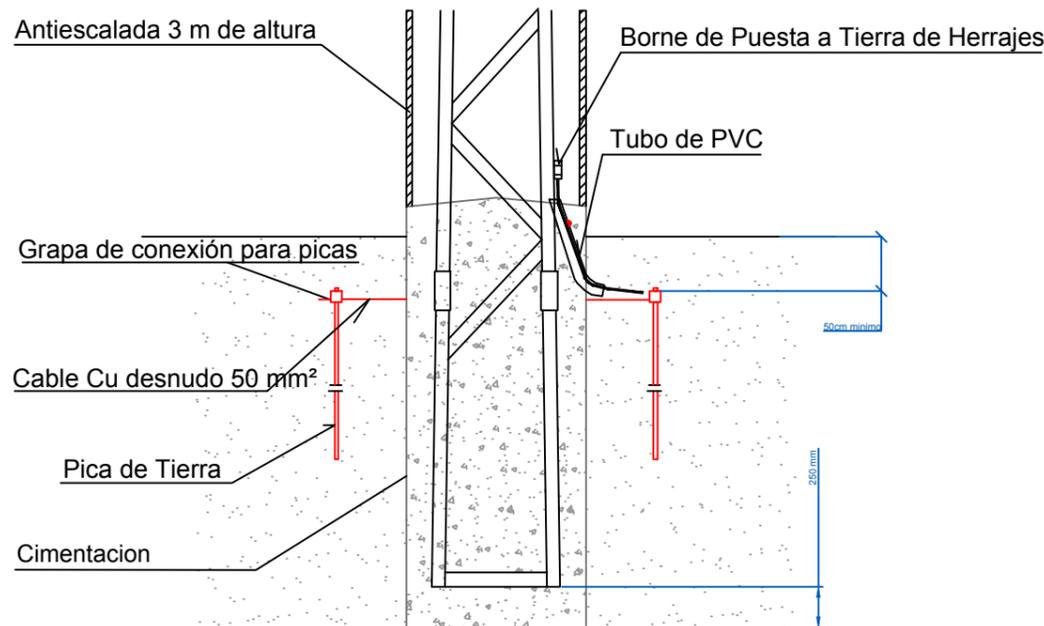


COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL  
 Nº Colegiado.: 2116  
 ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA  
 VISADO Nº.: EGR1800262  
 DE FECHA: 12/03/2018

**VISADO**

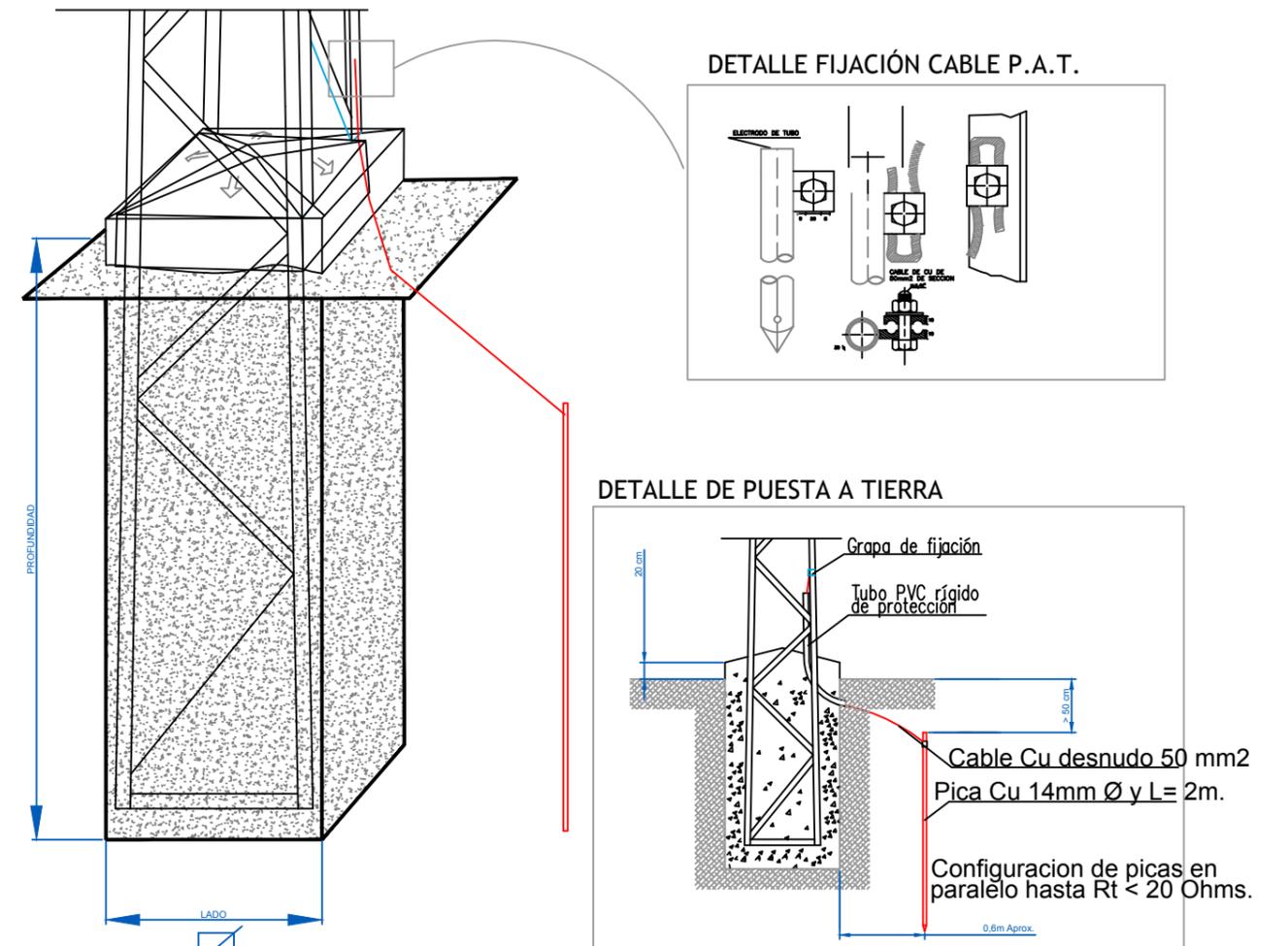
<b>TITULO PROYECTO</b> ADECUACIÓN L.A.M.T. (20kv) EXISTENTE LÍNEA "OTURA-ALHENDIN", DERIVACIONES CT 58610 "REPETIDOR" y CT 54246 "ARENAL" MEDIANTE NUEVA LAMT S/C CONDUCTOR 47AL1/8-ST1A (LA56) CON SOTERRAMIENTOS DE TRAMOS URBANIZADOS, SITO DESDE URE.LA QUINTA, POR PJE. JUNCALILLO, PJE. PANDERONES Y PJE MONTEVIVES, EN T.M. DE ALHENDÍN (Granada)				El Ingeniero Industrial	
<b>PLANO:</b>		<b>DETALLES ARQUETAS</b>		Alejandro Rey-Stolle Degollada Col. 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Andalucía Oriental	
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:			
MARZO 2018	SE	7			

# TIERRA APOYO FRECUENTADO (1,2,23)



Mallazo de 30x30 cm electrosoldado de redondo de Ø4 mm enterrado a 10 cm del terreno

# TIERRA APOYO NORMAL (Resto de Apoyos)



Cantidad	Apoyo	EXCAVACIÓN			HORMIGONADO				
		ANCHO	PROFUNDO	m3	ANCHO	PROFUNDO	m3		
2	C-1000-14	1,17	1,81	2,48			2,69		
3	C-1000-16	1,28	1,84	3,01			3,26		
3	C-1000-18	1,39	1,85	3,57			3,86		
1	C-2000-14	1,17	2,14	2,93			3,14		
4	C-2000-16	1,28	2,16	3,54			3,79		
3	C-2000-18	1,39	2,19	4,23			4,52		
2	C-3000-18	1,39	2,41	4,66			4,95		
Total:				63,8	m3	Total:		68,5	m3

**TITULO PROYECTO**  
 ADECUACIÓN L.A.M.T. (20kV) EXISTENTE LÍNEA "OTURA-ALHENDIN", DERIVACIONES CT 58610 "REPETIDOR" y CT 54246 "ARENAL" MEDIANTE NUEVA LAMT S/C CONDUCTOR 47AL1/8-ST1A (LA56) CON SOTERRAMIENTOS DE TRAMOS URBANIZADOS, SITO DE URB. LA QUINTA, POR PJE. JUNCALILLO, PJE. PANDERONES Y PJE MONTEVIVES, EN T.M. DE ALHENDÍN (Granada)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCIA ORIENTAL  
 Nº Colegiado.: 2116  
 ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA  
 VISADO Nº.: EGR1800262  
 DE FECHA: 12/03/2018

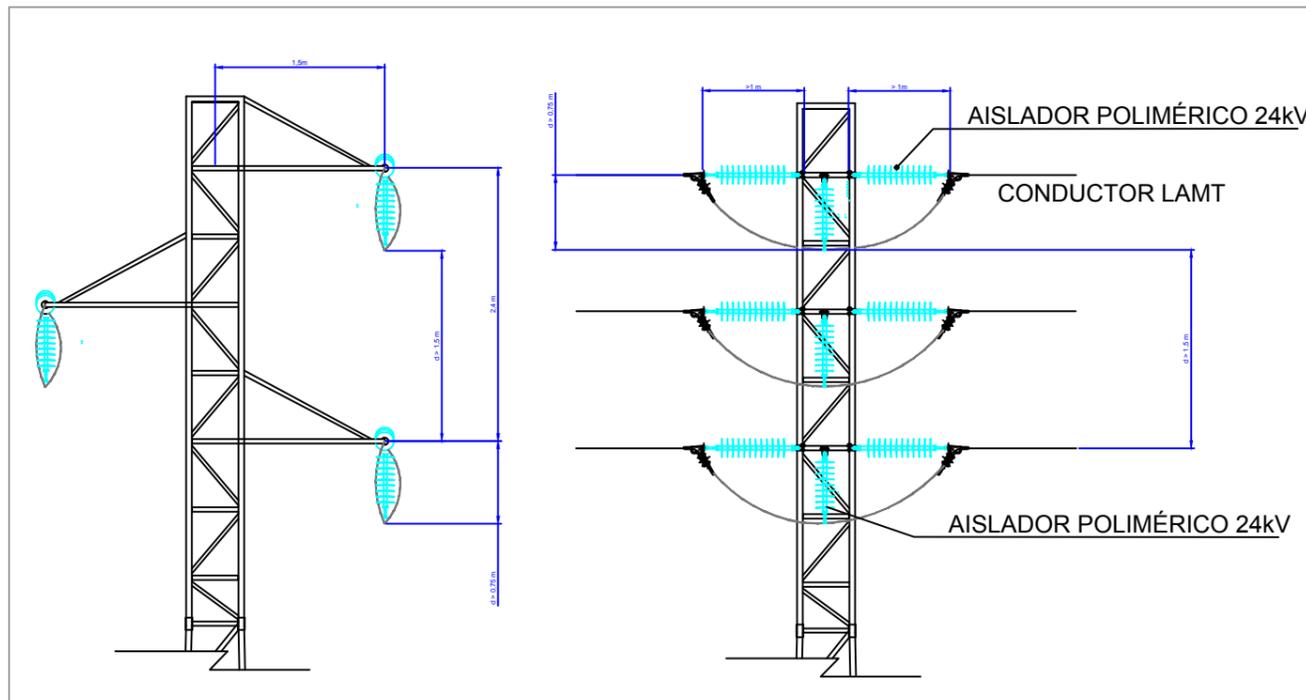
**VISADO**

**PLANO:**  
**DETALLE DE CIMENTACIONES**

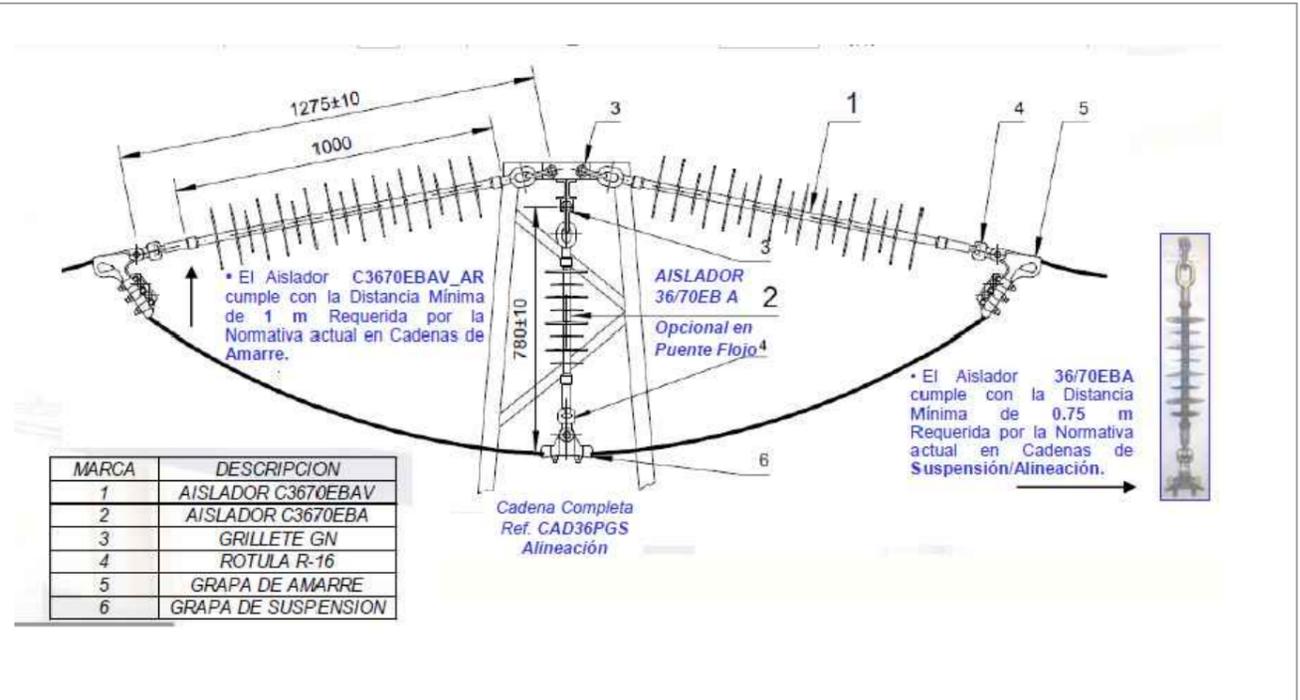
FECHA: MARZO 2018  
 ESCALA: SE  
 Nº PLANO: 8

El Ingeniero Industrial  
 Alejandro Rey-Stolle Degollada  
 Col. 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Andalucía Oriental

CON AISLADORES POLIMÉRICOS DE L > 1m.



DETALLE DE AISLADORES POLIMÉRICOS PARA PROTECC. AVIFAUNA



EN APOYOS CON DISPOSITIVOS DE MANIOBRA: FORRADO CONDUCTOR Y GRAPAS



Para Avifauna ANTIELECTROCUCIÓN:

- Se usarán apoyos con Separación de Crucetas 2,40m en un mismo lado, de manera que la distancia del conductor inferior al puente superior del mismo lado es siempre > 1,5 m. (Sino se cumple, se aislará el puente superior).
- Los puentes siempre serán hacia abajo, no permitiéndose el montaje de conductores sobre las crucetas.
- Se instalarán alargaderas poliméricas 1250mm, para que la distancia de zona de posada (cruceta) al conductor > 1 m.
- En apoyos de suspensión, si hubieran, se instalarán aisladores poliméricos de > 75cm de largo
- En apoyos con dispositivos de maniobra se aislarán los puentes flojos mediante forrado del conductor.
- Se aislarán grapas de amarre o suspensión y conductor de la LAMT cuando no se cumplan las distancias:  
Horizontal: De zona de posada a la tensión > 1 m.  
Vertical: De zona de posada a la tensión > 0,75 m. y 1,50m de la cruceta al conductor superior

Para Avifauna ANTICOLISIÓN:

- No se consideran en éste Proyecto, al estar fuera de zona ZEPA.

TITULO PROYECTO

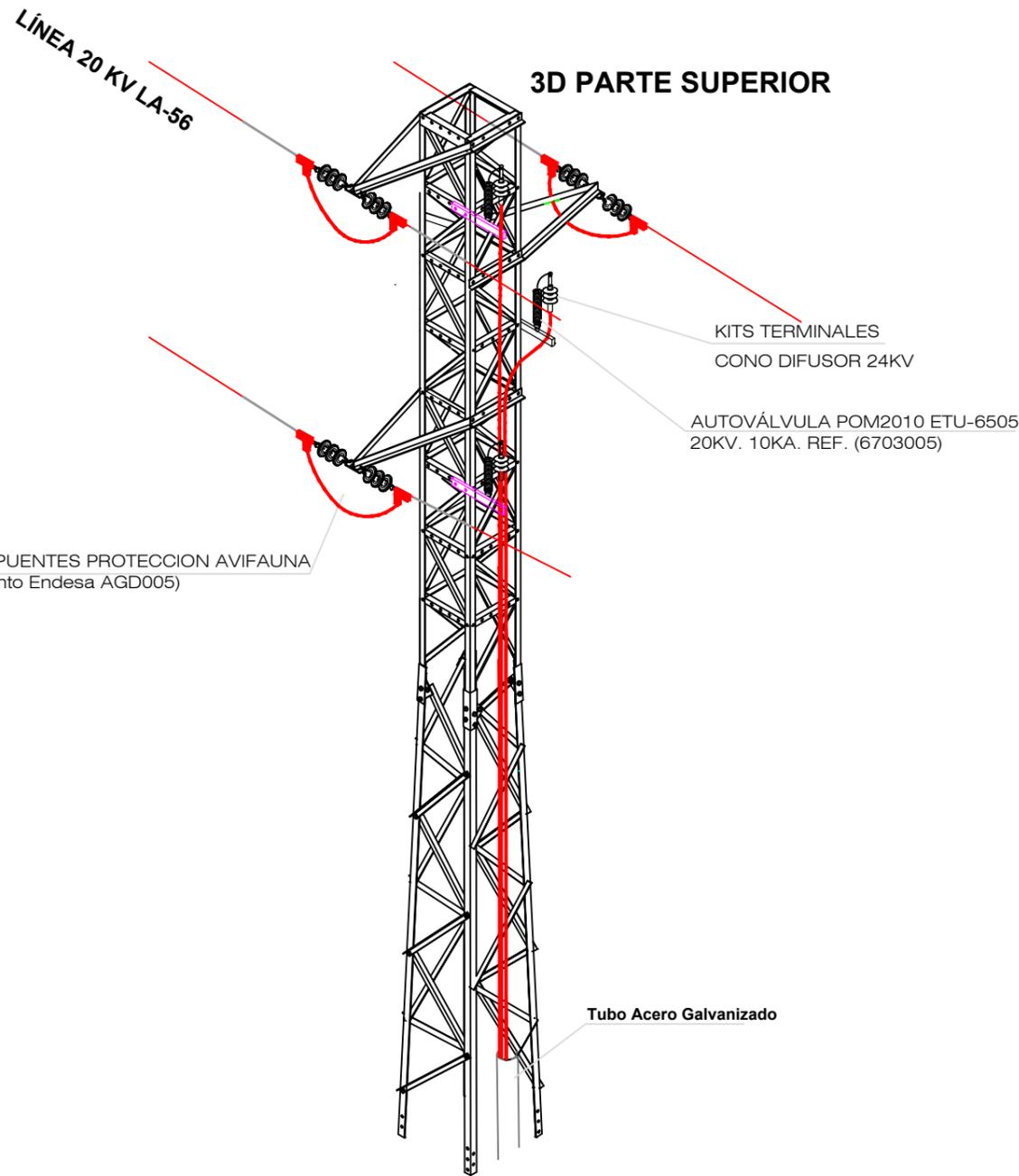
ADECUACIÓN L.A.M.T. (20kV) EXISTENTE LÍNEA "OTURA-ALHENDIN", DERIVACIONES CT 58610 "REPETIDOR" y CT 54246 "ARENAL" MEDIANTE NUEVA LAMT S/C CONDUCTOR 47AL1/8-ST1A (LA56) CON SOTERRAMIENTOS DE TRAMOS URBANIZADOS, SITO DE URIBESDE URE. LA QUINTA, POR PJE. JUNCALILLO, PJE. PANDERONES Y PJE MONTEVIVES, EN T.M. DE ALHENDÍN (Granada)

PLANO:

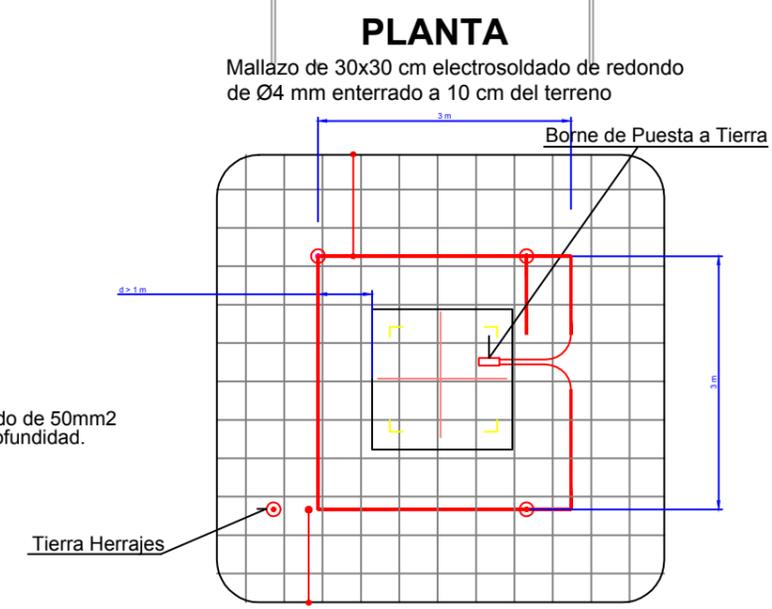
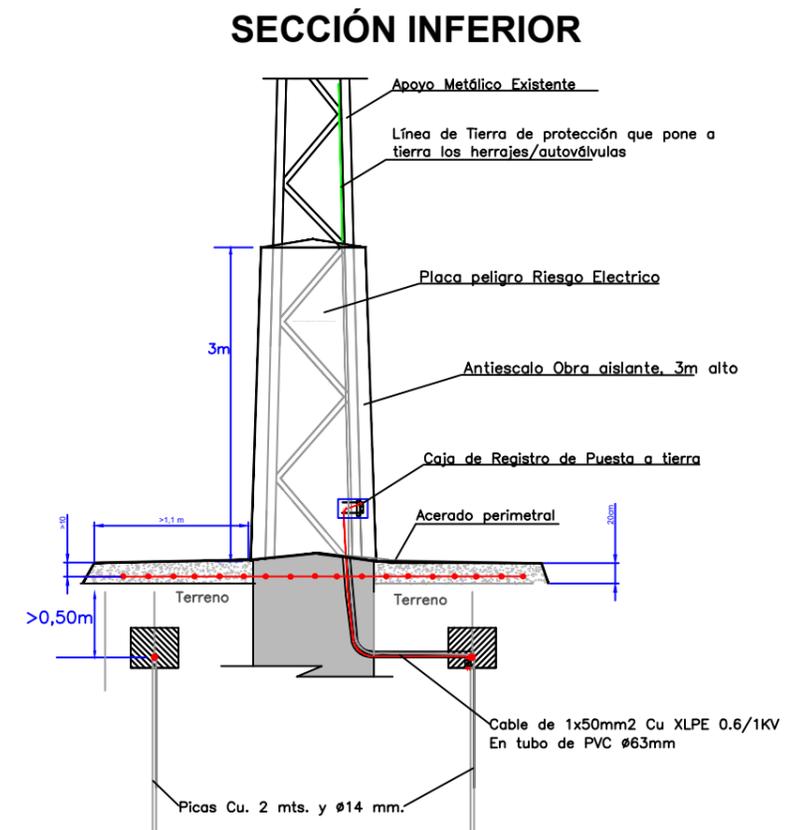
DETALLE DE AVIFAUNA

	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	El Ingeniero Industrial  Alejandro Rey-Stolle Degollada Col. 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Andalucía Oriental
	MARZO 2018	SE	9	

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCIA ORIENTAL  
Nº Colegiado.: 2116  
ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA  
VISADO Nº.: EGR1800262  
DE FECHA: 12/03/2018  
**VISADO**



**DETALLE DEL PASO DE  
AÉREO A SUBTERRÁNEO**

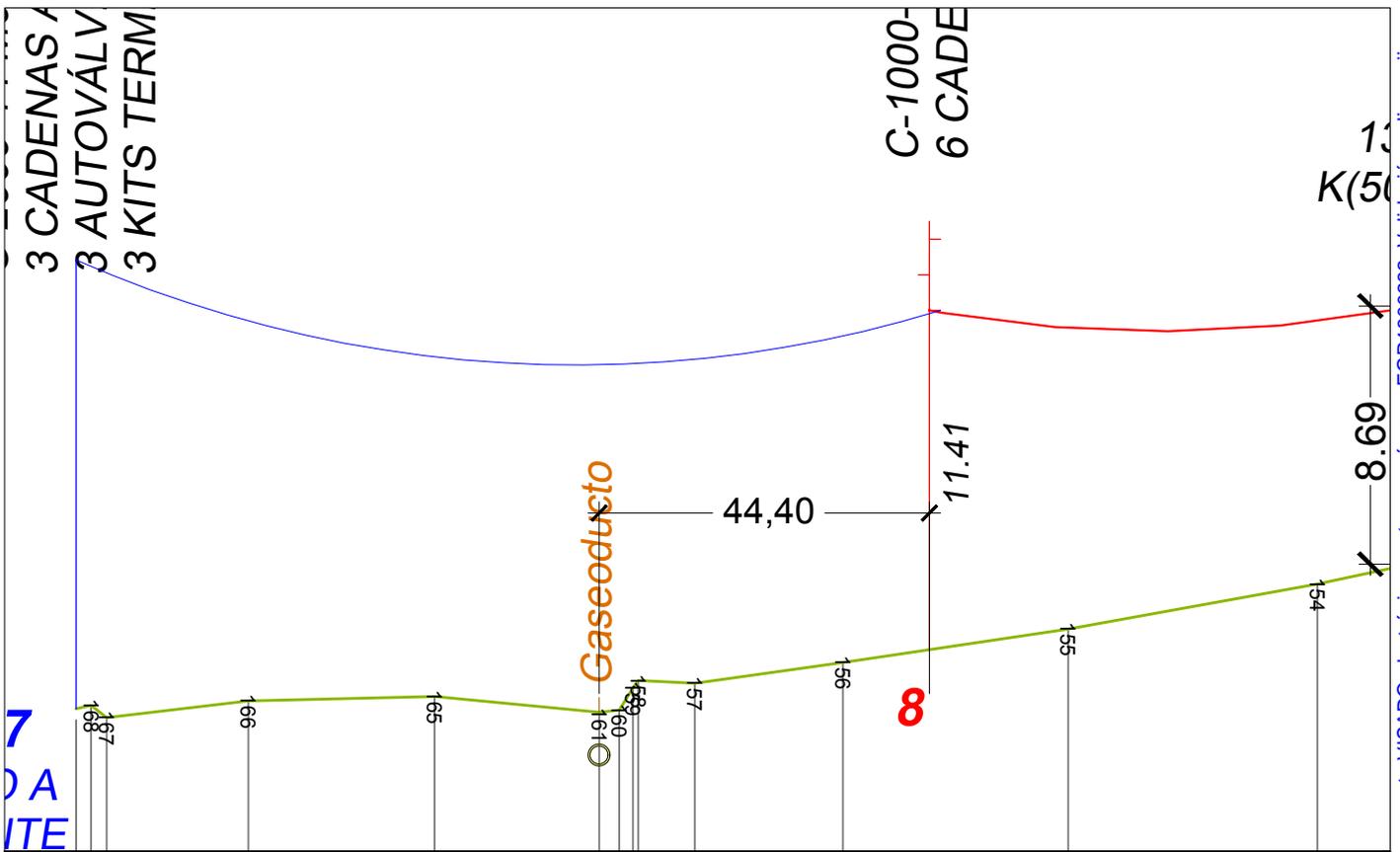
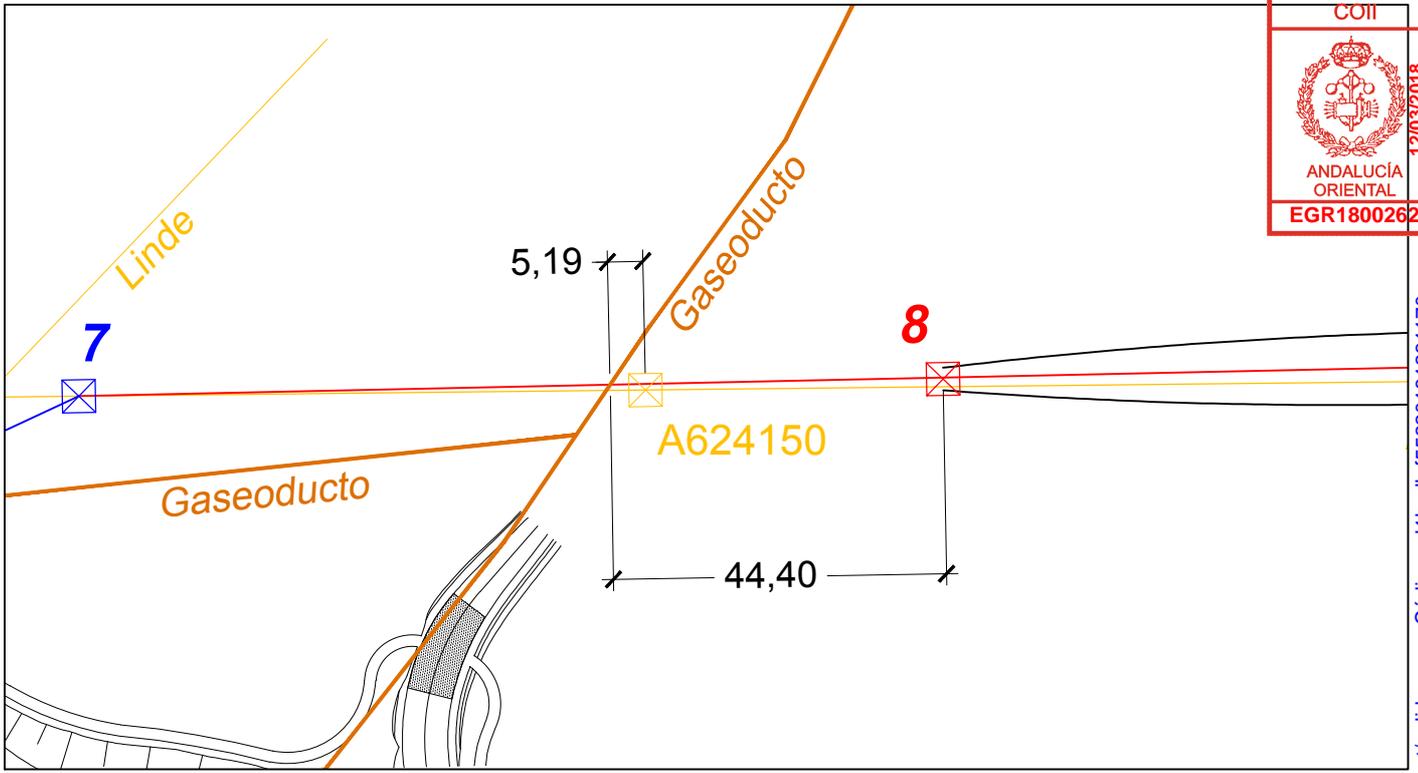


**PLANTA**  
Mallazo de 30x30 cm electrosoldado de redondo de Ø4 mm enterrado a 10 cm del terreno

**TITULO PROYECTO**  
ADECUACIÓN L.A.M.T. (20kv) EXISTENTE LÍNEA "OTURA-ALHENDIN", DERIVACIONES CT 58610 "REPETIDOR" y CT 54246 "ARENAL" MEDIANTE NUEVA LAMT S/C CONDUCTOR 47AL1/8-ST1A (LA56) CON SOTERRAMIENTOS DE TRAMOS URBANIZADOS, SITO DE URB. LA QUINTA, POR PJE. JUNCALILLO, PJE. PANDERONES Y PJE MONTEVIVES, EN T.M. DE ALHENDÍN (Granada)

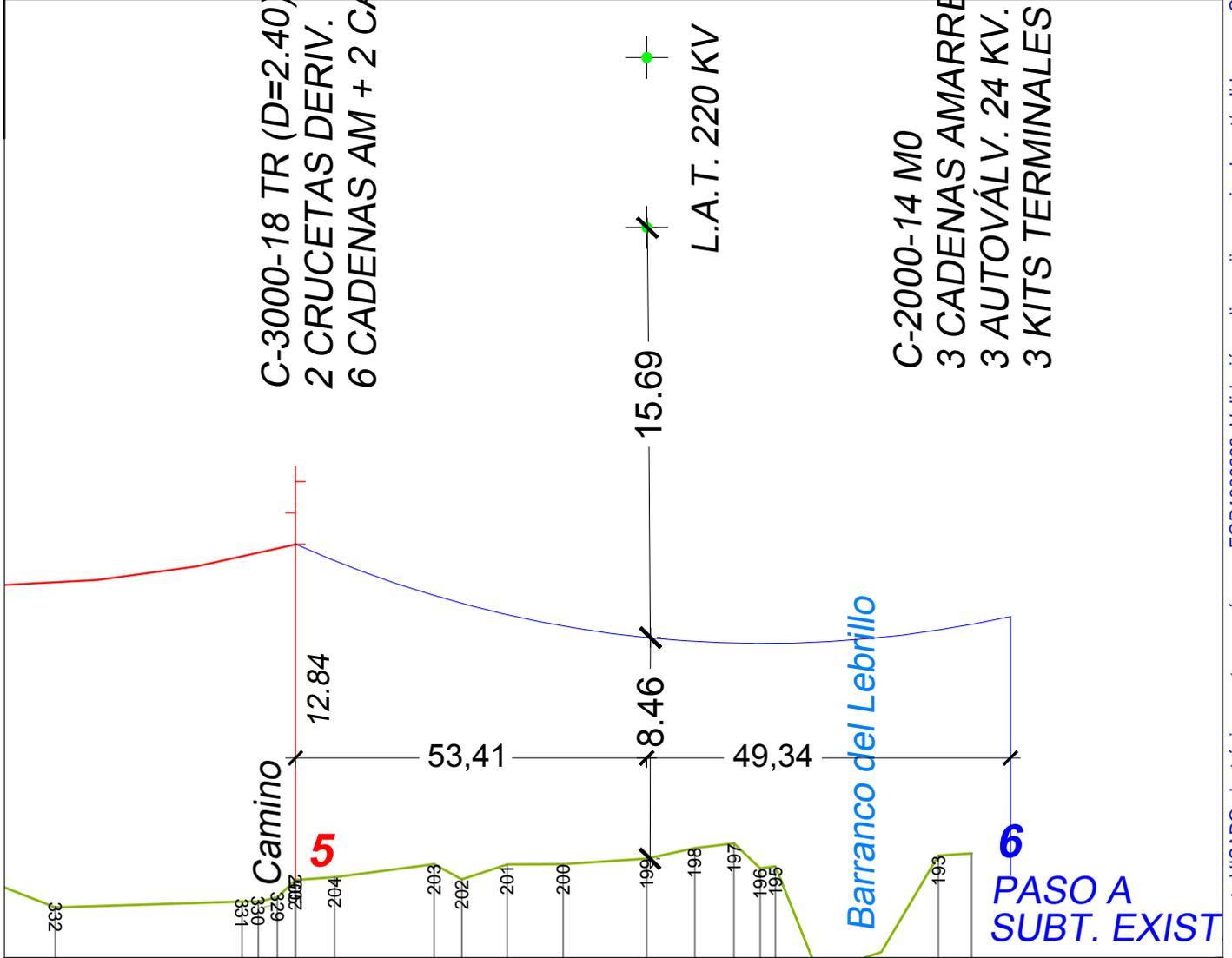
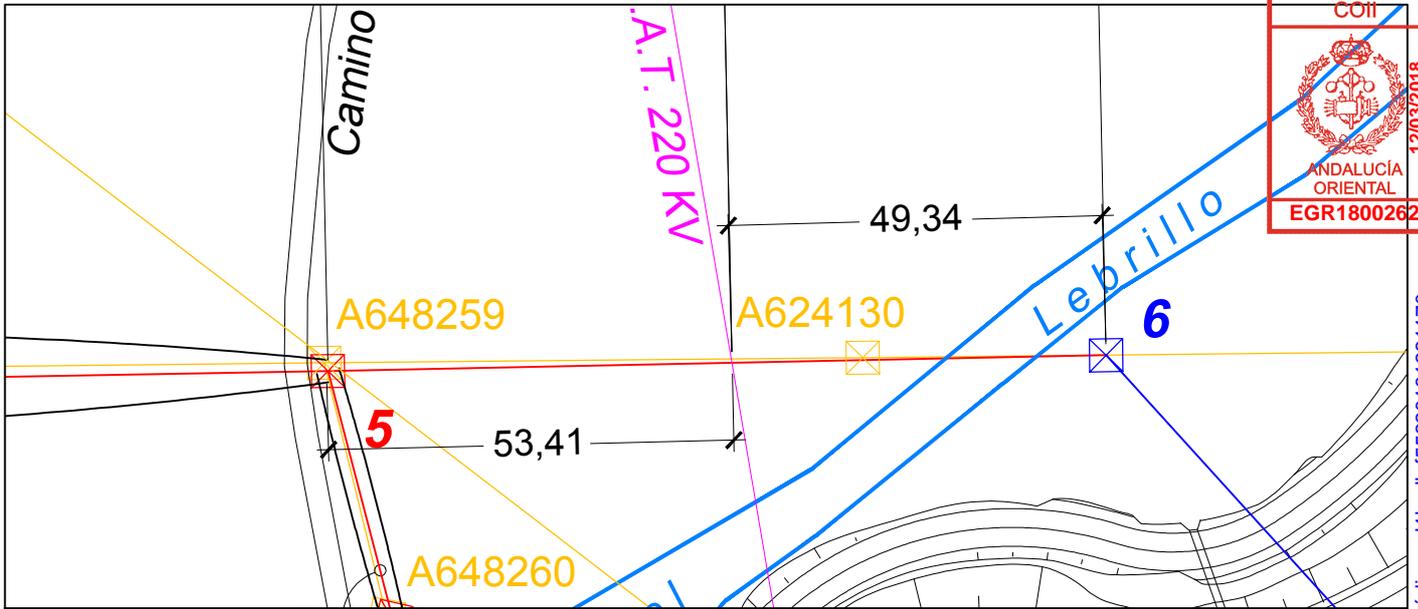
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCIA ORIENTAL  
Nº Colegiado.: 2116  
ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA  
VISADO Nº.: EGR1800262  
DE FECHA: 12/03/2018  
**VISADO**

<b>PLANO:</b>			El Ingeniero Industrial  Alejandro Rey-Stolle Degollada Col. 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Andalucía Oriental
<b>DETALLE PASO AÉREO SUBTERRÁNEO</b>			
FECHA: MARZO 2018	ESCALA: SE	Nº PLANO: <b>10</b>	



<b>TITULO PROYECTO</b> ADECUACIÓN L.A.M.T. (20kv) EXISTENTE LÍNEA "OTURA-ALHENDIN", DERIVACIONES CT 58610 "REPETIDOR" y CT 54246 "ARENAL" MEDIANTE NUEVA LAMT S/C CONDUCTOR 47 AL 1/8-STIA (LA 56) CON SU TUBERIAMIENTO DE TRAMOS URBANIZADOS, SITIO DESDE URB.LA QUINTA, POR PJE. MUNICIPAL AL BARRIO DE ALHENDIN VIVES, EN T.M. DE ALHENDÍN (Granada)		El Ingeniero Industrial  Alejandro Rey-Stolle Degollada Col. 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Andalucía Oriental	
<b>PLANO:</b>  		N° Colegiado.: 2116 ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA <b>SEPARATA GASEODUCTO</b> VISADO N°: EGR1800262 ESCALA: 1:1.000 N° PLANO: S.1	
MARZO 2018		<b>VISADO</b>	

Documento VISADO electrónicamente con número: EGR1800262. Validación online coiiar.e-visado.net/validar.aspx Código: ul1hmlai55220181231170



Documento VISADO electrónicamente con número: EGR1800262. Validación online coliaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ul1hmliaf55220181231170

<b>TITULO PROYECTO</b>	
ADECUACIÓN L.A.M.T. (20kV) EXISTENTE LÍNEA "OTURA-ALHENDIN", DERIVACIONES CT 58610 "REPETIDOR" y CT 54246 "ARENAL" MEDIANTE NUEVA LAMT S/C CONDUCTOR 47 AL 1/8-STIA (L.A.56) CON SU TUBERIAMIENTO DE TRAMOS URBANIZADOS, SITO DESDE URB.LA QUINTA, POR PJE. MUNICIPAL DE BANDERONES Y ALHENDIN, EN T.M. DE ALHENDIN (Granada)	
<b>PLANO:</b>	El Ingeniero Industrial
	
MARZO 2018	ESCALA: 1:1.000 Nº PLANO: S.2

VISADO

El Ingeniero Industrial **D. Alejandro Rey-Stolle Degollada**, nº 2116 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Oriental, autor del Proyecto “**ADECUACIÓN L.A.M.T. (20KV) EXISTENTE LÍNEA “OTURA-ALHENDIN”, DERIVACIONES CT 58610 “REPETIDOR” Y CT 54246 “ARENAL” MEDIANTE NUEVA LAMT S/C CONDUCTOR 47AL1/8-ST1A (LA56) CON SOTERRAMIENTOS DE TRAMOS URBANIZADOS, SITO DESDE URB.LA QUINTA, POR PJE. JUNCALILLO, PJE. PANDERONES Y PJE MONTEVIVES, EN T.M. DE ALHENDÍN Y LA MALAHÁ (GRANADA)**” con el visado electrónico con número y fecha indicados.

## RENUNCIA

A Anexos posteriores y a la Dirección Técnica de Obra de las instalaciones del presente proyecto.

En Granada, Marzo de 2.018

Fdo: **D. Alejandro Rey-Stolle Degollada**

Col. 2116 del Colegio de Ingenieros Industriales de Andalucía Oriental.

