


**VISADO**  
COITI



**TOLEDO**  
192947-A10

FV5FA7RYQK3BJRJB

BOYSER SOLAR, S.L.	ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019		
Titulo doc.		Versión	Rev03
		Fecha:	10-12-2025

**ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019**

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática FV5FA7RYQK3BJRJB, Comprobación: <https://colitoledo.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=FV5FA7RYQK3BJRJB>

**VISADO Nº 192947-A10 FECHA: 18/12/2025**

0000498, JOSE ANGEL ROMAN GARCIA

---



Este visado administrativo se ha realizado siguiendo las directrices de la Ley 2/1974, el RD 1000/2010 y en su caso, el Reglamento Regulator del Ejercicio Libre de la Profesión del Ingeniero Técnico Industrial, comprobándose los siguientes puntos:

- 1.- El Ingeniero tiene la titulación declarada.
- 2.- No consta que el/los Ingeniero/s Técnico/s Industrial/es firmante/s del trabajo hayan sido inhabilitados profesional ni judicialmente.
- 3.- El Ingeniero tiene un seguro de responsabilidad civil vigente a la fecha de este visado.
- 4.- El trabajo tiene los contenidos y documentos mínimos exigidos por la legislación técnica afectada para la realización de dicho visado.
- 5.- En el trabajo se incluyen las exigencias de la legislación de prevención de riesgos laborales.

---


**Validación: FV5FA7RYQK3BJRJB**  
<https://colitoledo.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=FV5FA7RYQK3BJRJB>

**VISADO**  
COITI



**TOLEDO**  
192947-A10

FV5FA7RYQK3BJRJB

BOYSER SOLAR, S.L.	ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019		
Título doc.		Versión	Rev03
		Fecha:	10-12-2025

**C O N T R O L   D E   R E V I S I O N E S**

<u>REV.</u>	<u>FECHA</u>	<u>MOTIVO</u>	<u>HOJAS REVISADAS</u>
00	03-11-2025	Emisión inicial	NA
01	04-11-2025	Revisión	Todas
02	28-11-2025	Revisión	Todas
03	10-12-2025	Revisión	Todas

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática FV5FA7RYQK3BJRJB. Comprobación: <https://coititoledo.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=FV5FA7RYQK3BJRJB>

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE TOLEDO



**VISADO**      **192947-A10**  
Fecha visado: 18/12/2025

**Autores:**  
Col. nº 0000498 JOSE ANGEL ROMAN GARCIA



Puede consultar la validez de este documento escaneando el código QR o en la página <https://coititoledo.e-gestion.es/>, mediante el CVT:

**FV5FA7RYQK3BJRJB**

**VISADO**

COITI



TOLEDO



192947-A10

FV5FA7RYQK3BJRJB

BOYSER SOLAR, S.L.	ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019		
Título doc.		Versión	Rev03
		Fecha:	10-12-2025

## INDICE

1. OBJETO	4
2. ANTECEDENTES	5
3. UBICACIÓN	9
4. PETICIONARIO	10
5. REDACTOR DEL ANEXO	11
6. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN	12
6.1. CONDUCTOR AÉREO	12
6.2. CONDUCTOR SUBTERRÁNEO	14
7. CÁLCULOS ELÉCTRICOS	15
7.1. CALCULOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA MT	16
7.1.1. CRITERIO TÉRMICO	16
7.1.2. CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN	19
8. DESCRIPCIÓN DE LA ZANJA DE LOS TRAMOS SUBTERRÁNEOS	21
9. PLANOS	22
10. CONCLUSIÓN	23
11. ANEXOS	24

<b>VISADO</b> <b>COITI</b>  <b>TOLEDO</b> 192947-A10	BOYSER SOLAR, S.L.	ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019		
	Título doc.		Versión	Rev03
			Fecha:	10-12-2025

## 1. Objeto

Se redacta este anexo modificativo para actualizar la línea de media tensión aérea y su tramo subterráneo por modificación de su trazado con respecto al proyecto visado de referencia. La línea subterránea interior de la planta no ha sufrido ningún cambio en su trazado por lo que no se incluye en este documento. La modificación realizada se considera NO SUSTANCIAL.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS  
TÉCNICOS INDUSTRIALES DE TOLEDO


 **VISADO** **192947-A10**  
Fecha visado: 18/12/2025

**Autores:**  
Col. nº 0000498 JOSE ANGEL ROMAN GARCIA

 Puede consultar la validez de este documento escaneando el código QR o en la página <https://coititoledo.e-gestion.es/>, mediante el CVT:

**FVSFA7RYQK3BJRJB**



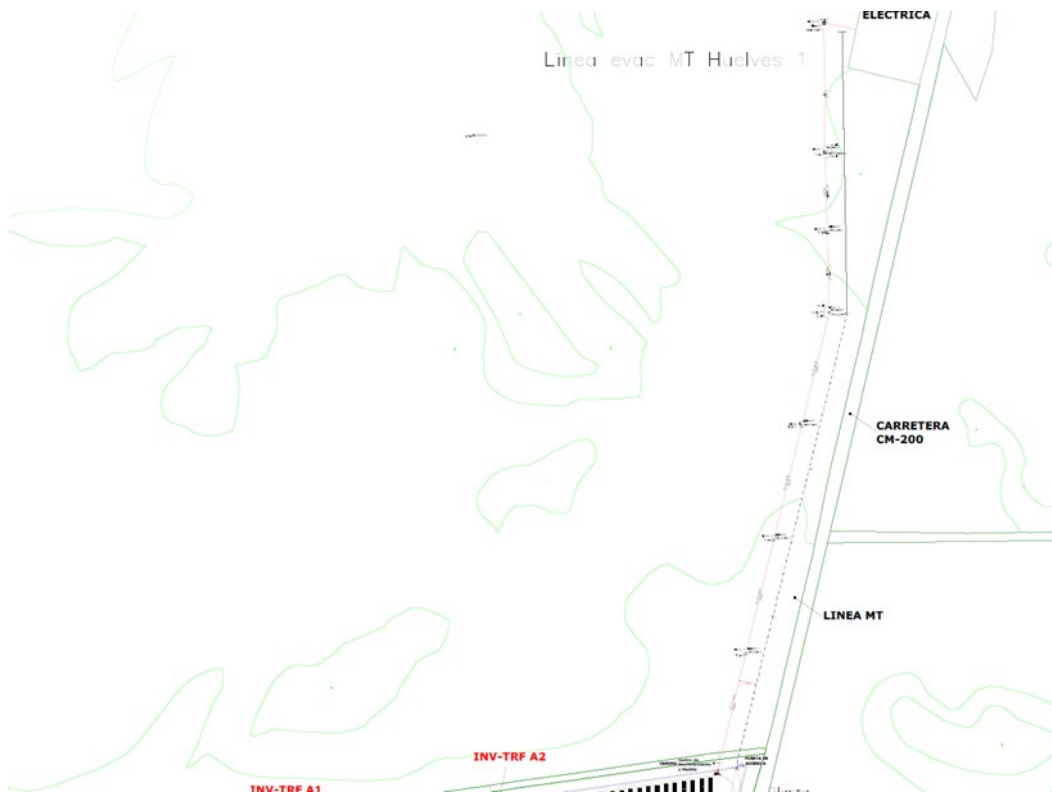
BOYSER SOLAR, S.L.	ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019		
Título doc.		Versión	Rev03
		Fecha:	10-12-2025


## 2. Antecedentes

La sociedad mercantil BOYSER SOLAR, S.L. (anteriormente denominada AR PINAR SOLAR 1, S.L.) tiene previsto desarrollar la planta solar fotovoltaica “HUELVES I”, con una potencia nominal de 5 MW, ubicada en el término municipal de Huelves (Cuenca). Para su conexión a la red eléctrica, la compañía Iberdrola ha concedido el punto de acceso en la subestación eléctrica ST Huelves.

Con el fin de posibilitar el vertido de la energía generada a la red, resulta necesaria la construcción de una línea eléctrica de alta tensión (20 kV) que partirá desde la planta fotovoltaica “HUELVES I” hasta la citada subestación de Huelves.

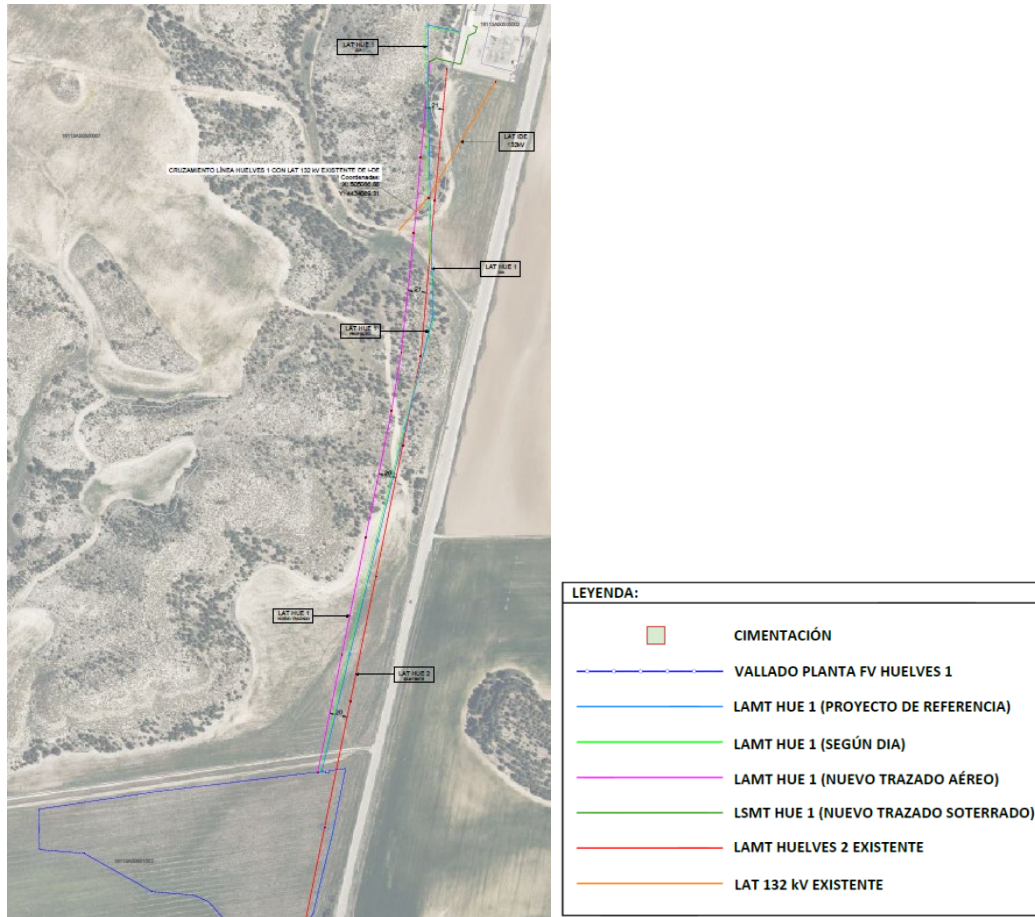
El trazado de la línea aérea proyectada discurrirá en paralelo a la línea aérea existente RIANSAIRES de 20 kV, utilizada para la evacuación del proyecto “HUELVES II”. Considerando esta circunstancia, tanto en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) como en el proyecto ejecutivo, se ha definido un trazado para la línea de “HUELVES I” que se mantiene físicamente separado respecto a la infraestructura ya existente, garantizando así su compatibilidad técnica y ambiental.



BOYSER SOLAR, S.L.	ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 KV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019		
Titulo doc.		Versión	Rev03
		Fecha:	10-12-2025

En la imagen anterior se presenta un plano del proyecto ejecutivo donde se representa en negro la línea aérea existente y en rojo la nueva línea propuesta para el proyecto Huelves I, la cual discurre paralela a la primera, manteniendo una separación de 20 metros conforme a lo establecido en los reglamentos de alta tensión.

Durante la comprobación topográfica de la ubicación de los apoyos proyectados para la nueva línea, se detectó que el trazado de la línea existente, reflejado en los planos del proyecto ejecutivo, no coincidía con su posición real. Esta discrepancia provocaba cruces en varios puntos tanto con los apoyos como con la propia línea en servicio haciendo imposible su ejecución.



Para resolver esta situación, se proyecta un nuevo trazado que conserva el mismo número y tipología de apoyos previstos en la propuesta inicial, pero que desplaza ligeramente el recorrido hacia el oeste. De este modo, se consigue mantener la distancia mínima de seguridad y paralelismo con la línea existente, evitando cruces y posibles interferencias.



BOYSER SOLAR, S.L.	ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019		
Título doc.		Versión	Rev03
		Fecha:	10-12-2025

En la siguiente tabla se indican los cambios en las coordenadas de los apoyos con respecto al trazado proyectado inicial:

Apoyo	Nuevo trazado propuesto		Trazado proyectado inicial (proyecto de referencia)	
	X	Y	X	Y
1	504976.0001	4433454.756	504980.6613	4433456.7392
2	505003.2258	4433588.249	505012.212	4433588.4936
3	505030.314	4433721.153	505043.6084	4433716.7054
4	505059.2863	4433863.398	505075.0048	4433844.9172
5	505070.2333	4433929.27	505106.4012	4433973.129
6	505084.625	4434064.313	505103.9862	4434063.5968
7	505092.4302	4434150.492	505101.5712	4434154.0646
8	505102.3367	4434258.289	505100.4082	4434299.6285

A nivel medioambiental, se prevé el desbroce de una franja de servidumbre de 5 metros a cada lado del eje de la línea (10 metros en total).

Asimismo, se contempla la ejecución de un camino temporal de aproximadamente 4 metros de ancho y unos 20 metros de longitud para facilitar el acceso a los apoyos 7 y 8, los cuales presentan ciertas dificultades de acceso. Para ello, se proponen dos trazados de camino desde la parte baja de la loma hasta las proximidades de dichos apoyos.

Estos caminos, de carácter no permanente, se habilitarán mediante la compactación del terreno natural con medios mecánicos, suavizando las pendientes con el fin de permitir el tránsito de los vehículos de hormigonado y de la grúa necesaria para el izado de los apoyos. Una vez finalizados los trabajos, el terreno será restaurado a su estado original.

A continuación, se muestra una imagen con el trazado previsto del camino:

VISADO  
COITI



TOLEDO

192947-A10

FV5FA7RYQK3BJRJB

BOYSER SOLAR,  
S.L.

Título doc.

ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA  
TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA  
FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON  
NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE  
30/12/2019

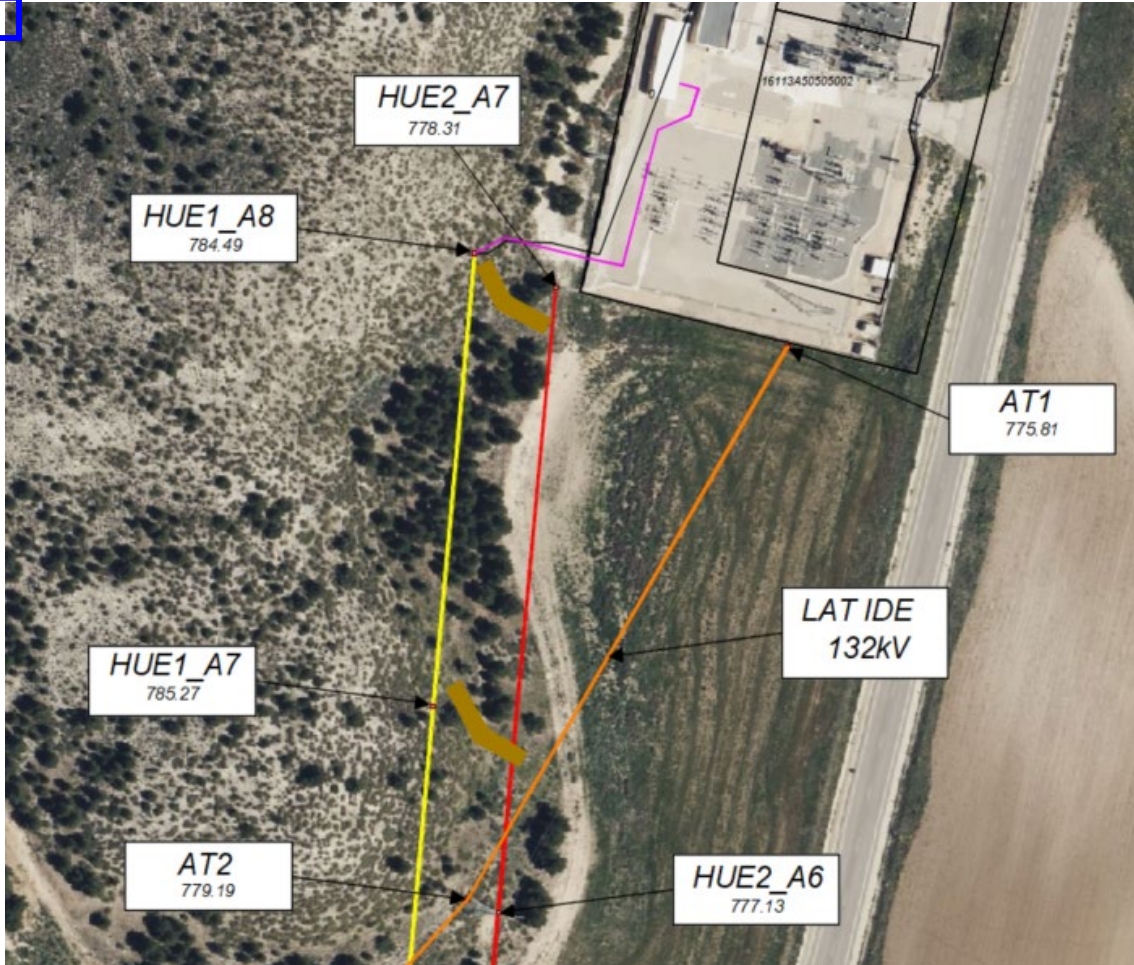


Versión

Rev03

Fecha:


10-12-2025



El presupuesto de ejecución material NO SE MODIFICA, sigue siendo el mismo que en el proyecto inicial, el cual se corresponde con la cantidad de **sesenta y tres mil novecientos noventa y seis euros con setenta y un céntimos (63.996,71€)**.






BOYSER SOLAR, S.L.	ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019		
Título doc.		Versión	Rev03
		Fecha:	10-12-2025

### 3. Ubicación

El nuevo trazado de la línea aérea y subterráneo objeto de este anexo discurrirá por las parcelas 1002, 9003 y 007 del polígono 505 del Término Municipal de Huelves (Cuenca) y conectará con la subestación ST Huelves ubicada en la parcela 5002 del polígono 505 del Término Municipal de Huelves (Cuenca). (Ver plano nº2 de este anexo).




BOYSER SOLAR, S.L.	ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019		
Título doc.		Versión	Rev03
		Fecha:	10-12-2025

#### 4. Peticionario

- Nombre: BOYSER SOLAR, S.L.
- C.I.F: B-85191294
- Dirección: C/ Serrano, 81, 6º D
- 28006 Madrid



BOYSER SOLAR, S.L.	ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019		
Titulo doc.		Versión	Rev03
		Fecha:	10-12-2025

5. Redactor del anexo

- Nombre: SALIX INGENIEROS S. L.
- C.I.F: B-45644374
- Responsable: José Ángel Román García, Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico colegiado nº 498.
- Dirección: C/ Pedro Torres, 15. 47500 Consuegra (Toledo)
- Colegiado en: Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Toledo – Nº 498

VISADO  
COITI



TOLEDO

192947-A10

FV5FA7RYQK3BJRJB

BOYSER SOLAR,  
S.L.

Título doc.

ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA  
TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA  
FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON  
NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE  
30/12/2019



Versión

Rev03

Fecha:

10-12-2025

## 6. Características de la línea de evacuación

### 6.1. Conductor aéreo

La línea aérea va desde el apoyo 1 hasta el apoyo 8 y tiene las siguientes características:

Tensión (kV)	20
Longitud (km)	0,810
Categoría de la línea	3º
Zona/s por la/s que discurre	Zona B
Velocidad del viento considerada (km/h)	120
Tipo de montaje	Simple Circuito (SC)
Número de conductores por fase	1
Frecuencia	50 Hz
Factor de potencia	0,9579
Nº de apoyos proyectados	8
Nº de vanos	7
Cota más baja (m)	757,54
Cota más alta (m)	785,27

VISADO  
COITI



TOLEDO

192947-A10

FV5FA7RYQK3BJRJB

BOYSER SOLAR, S.L.	ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019		
Título doc.		Versión	Rev03
		Fecha:	10-12-2025

El conductor elegido es de tipo Aluminio-Acero, según la norma UNE-50182, tiene las siguientes características:

Denominación	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)
Sección total (mm <sup>2</sup> )	116,2
Diámetro total (mm)	14
Número de hilos de aluminio	30
Número de hilos de acero	7
Carga de rotura (kg)	4400
Resistencia eléctrica a 20 °C (Ohm/km)	0,3066
Peso (kg/m)	0,433
Coefficiente de dilatación (°C)	1,78E-5
Módulo de elasticidad (kg/mm <sup>2</sup> )	8200
Densidad de corriente (A/mm <sup>2</sup> )	3,58
Tense máximo (Zona B)	1438 Kg - EDS (En zona B): 15%

**VISADO**

COITI



TOLEDO

192947-A10

FV5FA7RYQK3BJRJB

BOYSER SOLAR,  
S.L.

Titulo doc.

ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019



Versión

Rev03

Fecha:

10-12-2025

## 6.2. Conductor subterráneo

Los tramos de la línea subterránea van desde el Centro de seccionamiento (CS) hasta el apoyo 1 donde se realizará un entronque subterráneo-aéreo y desde el apoyo número 8 se volverá a realizar un entronque aéreo-subterráneo desde el que partirá la línea subterránea de media tensión a 20kV hasta los lindes de la subestación.


La línea subterránea tendrá las siguientes características:

<b>Tensión nominal (kV)</b>	20
<b>Tensión más elevada (kV)</b>	24
<b>Frecuencia (Hz)</b>	50
<b>Categoría de la línea</b>	3ª categoría
<b>Potencia a transportar (kW)</b>	5.000
<b>Longitud total (hasta la SET Huelves*)</b>	CS – apoyo 1: 30 m Apoyo 8-SET: 30,9 m + 85 m que se dejarán dentro de la SET
<b>Sección</b>	240 mm <sup>2</sup>
<b>Nº de circuitos</b>	1
<b>Nº de fases</b>	3
<b>Material</b>	Aluminio
<b>Tipo de aislamiento</b>	HEPRZ1 12/20 Kv
<b>Tipo de instalación</b>	Bajo tubo
<b>Denominación</b>	X-VOLT HEPRZ1 Al 1x240 mm <sup>2</sup> H16

La ficha técnica del cable de media tensión se incluye como anexo.

Se dejarán 85m de cable por fase para el ruteado dentro de la subestación.



BOYSER SOLAR, S.L.	ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019		
Título doc.		Versión	Rev03
		Fecha:	10-12-2025

## 7. Cálculos eléctricos

Debida a la modificación del trazado de la línea aérea, se actualizan los cálculos de media tensión aéreos de la línea de evacuación. Se incluye también la parte subterránea.

Se adjunta el informe del cálculo de la línea aérea con el programa IMDEXA.

VISADO  
COITI



TOLEDO

192947-A10

**MEDEXSA**

11/09/2025

**LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20kV**  
**PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA**  
**FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN**  
**HUELVES (CUENCA)**

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática FVSFA7RYQK3BJJB. Comprobación: <https://cotitoledo.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=FVSFA7RYQK3BJJB>



## ÍNDICE:

<b>PRÓLOGO.....</b>	<b>0</b>
1. OBJETIVO.....	1
2. EMPLAZAMIENTO.....	1
3. DATOS GENERALES DE LA LÍNEA.....	2
4. LEGISLACIÓN APLICADA.....	2
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA.....</b>	<b>4</b>
1. OBJETO.....	5
2. DATOS DEL CONDUCTOR.....	5
3. DATOS TOPOGRÁFICOS.....	6
4. APOYOS.....	6
5. CIMENTACIONES.....	8
6. AISLAMIENTO EN CONDUCTORES Y SEÑALIZACIÓN. CUMPLIMIENTO DEL R.D. 1432/2008, DE 29 DE AGOSTO DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA.....	9
6.1. Medidas de prevención contra la electrocución.....	9
6.2. Medidas de prevención de la colisión.....	9
7. DESCRIPCIÓN DE LAS CADENAS.....	10
7.1. Cadena de suspensión (“simples.”).....	10
7.1.1. Longitud de la cadena de suspensión:.....	10
7.2. Cadena de amarre (“simples.”).....	10
7.2.1. Longitud de la cadena de amarre y altura del puente.....	11
7.3. Descripción de cadenas según tipo de apoyos.....	11
7.3.1. <i>Apoyos de fin de línea</i> .....	11
7.3.2. <i>Apoyos de alineación-suspensión</i> .....	11
7.3.3. <i>Apoyos de amarre y/o de anclaje</i> .....	11
8. PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS.....	12
9. NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO.....	12
<b>MEMORIA DE CÁLCULOS.....</b>	<b>13</b>
1. CÁLCULOS MECÁNICOS:.....	14
1.1 TENSIÓN MÁXIMA DEL TENDIDO ( $T_0$ ):.....	15
1.2 VANO DE REGULACIÓN.....	15
1.3 ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES.....	15



<b>1.4 FLECHA MÁXIMA</b>	16
<b>1.5 DISTANCIAS DE SEGURIDAD</b>	16
1.5.1 Distancia de los conductores al terreno.....	16
1.5.2 Distancia entre conductores .....	17
1.5.3 Distancia a masa.....	17
1.5.4 Desviación de la cadena de aisladores .....	18
1.5.5 Resumen y comprobación de distancias.....	18
<b>1.6 APOYOS</b>	19
1.6.1 Criterios de cálculo .....	19
1.6.2 Acciones consideradas .....	19
1.6.2.1 Cargas verticales: .....	19
1.6.2.2 Cargas horizontales: .....	20
1.6.3 Resumen de hipótesis .....	23
1.6.4 Resumen de esfuerzos aplicados.....	26
1.6.5 Coeficientes de seguridad .....	26
<b>1.7 CIMENTACIONES</b>	26
1.7.1 Cimentaciones monobloque.....	26
<b>1.8 AISLAMIENTO EN CONDUCTORES Y SEÑALIZACIÓN</b>	28
<b>1.9 AISLAMIENTO Y HERRAJES</b>	28
1.9.1 Aisladores .....	28
1.9.2 Herrajes.....	29
<b>2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS POR CIRCUITO:</b>	<b>30</b>
2.1 Resistencia eléctrica de la línea: _____	31
2.2 Reactancia del conductor: _____	31
2.3 Densidad máxima admisible _____	31
2.4 Intensidad máxima admisible: _____	32
2.5 Potencia máxima a transportar: _____	32
2.6 Caída de tensión: _____	32
2.7 Pérdida de potencia: _____	33
2.8 Rendimiento de la línea: _____	33
2.9 Capacidad media de la línea: _____	33
2.10 Efecto corona: _____	33
<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>34</b>

VISADO  
COITI



TOLEDO

192947-A10

**MEDEXSA**

11/09/2025

# PRÓLOGO

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática FVSAFATRYQK3BJRJB. Comprobación: <https://cotitoledo.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=FVSAFATRYQK3BJRJB>

## 1. OBJETIVO

El objetivo de este proyecto es la construcción de una línea eléctrica de 20 kV de simple circuito, cuya finalidad es: PROYECTO DE LA LÍNEA AÉREA. Con la redacción de esta memoria se persigue conseguir la aprobación del modificado del proyecto para ejecutar la construcción de las instalaciones que aquí se reflejan.

El presente proyecto ha sido desarrollado con el programa de Cálculo de Líneas de IMEDEXSA, de acuerdo siempre con la reglamentación vigente.

## 2. EMPLAZAMIENTO

El trazado definitivo se ha proyectado de manera que su trayectoria sea lo más sencilla posible, buscando en todo momento el mínimo impacto ambiental. La lista de parcelas por donde discurre la línea, se relaciona a continuación:

<i>Término Municipal</i>	<i>Descripción de la parcela</i>	<i>Referencia catastral</i>
<i>HUELVES</i>	<i>Polígono 505 Parcela 7 DEHESA. HUELVES (Cuenca)</i>	<i>16113A50500007</i>
<i>HUELVES</i>	<i>Polígono 505 Parcela 9003 DEHESA. HUELVES (Cuenca)</i>	<i>16113A50509003</i>
<i>HUELVES</i>	<i>Polígono 505 Parcela 1002 DEHESA. HUELVES (Cuenca)</i>	<i>16113A50501002</i>

El punto de conexión de la planta fotovoltaica se realiza en la ST HUELVES, a 20 kV de tensión, que pertenece a la empresa distribuidora de energía eléctrica IBERDROLA. Exactamente el enganche (origen de nuestra L.A.T.) se produce en el apoyo nº 1 de la citada línea.

### 3. DATOS GENERALES DE LA LÍNEA

La línea tiene las siguientes características generales:

- Tensión (kV): ----- 20
- Longitud (km): ----- 0,81
- Categoría de la línea: ----- 3°
- Zona/s por la/s que discurre: ----- , zona B
- Velocidad del viento considerada (km/h): ----- 120
- Tipo de montaje: ----- Simple Circuito (SC)
- Número de conductores por fase: ----- 1
- Frecuencia: ----- 50Hz
- Factor de potencia: ----- 0,9579
- N° de apoyos proyectados: ----- 8
- N° de vanos: ----- 7
- Cota más baja (m): ----- 757,54
- Cota más alta (m): ----- 785,27

### 4. LEGISLACIÓN APLICADA

En la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta los siguientes Reglamentos en vigor:

- Real Decreto 1.955/2.000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Órdenes de 6 de julio y de 18 de octubre de 1984, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- Orden de 10 de marzo de 2000, modificando ITC MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Recomendaciones UNESA.
- Normalización Nacional. Normas UNE y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 02.
- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1996 de 20 de octubre.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997 sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

VISADO  
COITI



TOLEDO  
192947-A10

**MEDEXSA**

11/09/2025

# MEMORIA DESCRIPTIVA

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática FVSFA7RYQK3BJRJB. Comprobación: <https://cotitoledo.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=FVSFA7RYQK3BJRJB>

**OBJETO**

El objetivo de esta memoria es la descripción y valoración de la línea aérea de Alta Tensión que se proyecta, de manera que queden suficientemente explicadas todas las partes de la obra que se va a realizar, y los elementos y materiales empleados en la misma. Si existiesen partes del proyecto que en esta memoria no quedaran suficientemente claras se aportarían en anexos complementarios.

Este proyecto ha sido redactado de acuerdo a la vigente reglamentación.

**2. DATOS DEL CONDUCTOR**

El conductor elegido es de tipo Aluminio-Acero, según la norma UNE-50182, tiene las siguientes características:

- Denominación: ----- LA-110 (94-AL1/22-ST1A)
- Sección total (mm<sup>2</sup>): ----- 116,2
- Diámetro total (mm): ----- 14
- Número de hilos de aluminio: ----- 30
- Número de hilos de acero: ----- 7
- Carga de rotura (kg): ----- 4400
- Resistencia eléctrica a 20 °C (Ohm/km): ----- 0,3066
- Peso (kg/m): ----- 0,433
- Coeficiente de dilatación (°C): ----- 1,78E-5
- Módulo de elasticidad (kg/mm<sup>2</sup>): ----- 8200
- Densidad de corriente (A/mm<sup>2</sup>): ----- 3,58
- Tense máximo (Zona B): 1438 Kg - EDS (En zona B): 15%

Las características de la protección, para la prevención de la colisión de la avifauna con líneas eléctricas de alta tensión según el R.D. 1432/2008, elegida es la siguiente:

- Peso de la espiral (kg): ----- 0,6
- Distancia entre espirales (m): ----- 20
- Peso del manguito de hielo en zona B (m): ----- 1,25
- Peso del manguito de hielo en zona C (m): ----- 2,5
- Área de exposición al viento (m<sup>2</sup>): ----- 0,018



En el [ANEXO 1 “Datos generales de la línea y los conductores”](#) se amplía la información de los conductores.

El tendido se efectuará de acuerdo con las tablas de tensiones y flechas que se acompañan en el [ANEXO 6 “Tensiones y flechas del conductor de fase”](#) , la cual ha sido obtenido con el programa de cálculo de líneas “IMEDEXSA 11”.

### 3. DATOS TOPOGRÁFICOS

En la siguiente tabla se incluye la relación de las longitudes de los vanos y las cotas de los apoyos que se proyectan para la construcción de esta línea.

N° Apoyo	Cota Absoluta (m)	Vano Anterior (m)	Vano Posterior (m)	Cruzamiento	Función	Tipo Terreno	Ángulo Interior (g)
1	759.00	0	136	NO	FL	Normal	0
2	757.58	136	136	NO	AL-SU	Normal	0
3	765.98	136	145	NO	AL-SU	Normal	0
4	776.98	145	67	NO	AN-AM	Normal	197,8
5	781.86	67	136	NO	AN-AM	Normal	196,7
6	774.96	136	87	NO	AN-AM	Normal	198,9
7	785.26	87	106	NO	AL-SU	Normal	0
8	784.49	106	106	NO	AL-SU	Normal	0

La información topográfica se completa en el [ANEXO 1 “Datos generales de la línea y los conductores”](#)

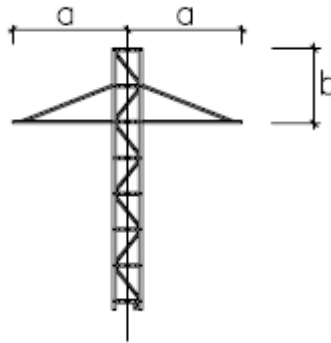
### 4. APOYOS

Todos los apoyos utilizados para este proyecto serán metálicos y galvanizados en caliente, fabricados por IMEDEXSA.

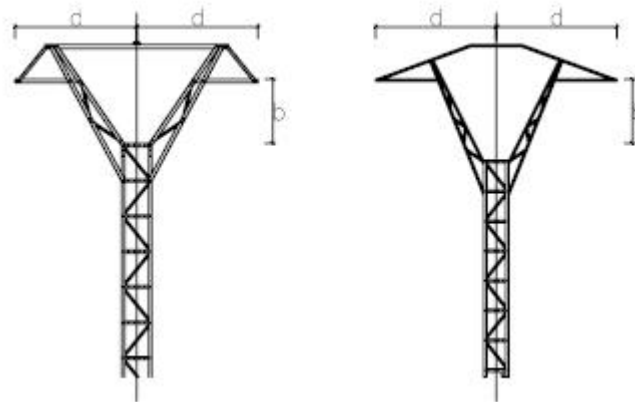
En el [ANEXO 4 “Detalles de apoyos”](#), adjunto a la presente memoria, pueden consultarse tanto la geometría como los esfuerzos admisibles por tales apoyos.

Nº de Apoyo	Función Apoyo	Denominación	Peso total (Kg)	Tipo Armado	Dimensiones (m)				Altura útil
					"a-d"	"b"	"c"	"h"	
1	FL	C-4500-10	634	T	1.25	0.6			7.1
2	AL-SU	C-1000-14	540	B	1.5	0.7			12.98
3	AL-SU	C-1000-12	460	B	1.5	0.7			11.05
4	AN-AM	C-2000-10	419	T	1.25	0.6			7.65
5	AN-AM	C-2000-10	419	T	1.25	0.6			7.65
6	AN-AM	C-2000-14	604	T	1.25	0.6			11.54
7	AL-SU	C-1000-10	403	B	1.5	0.7			9.54
8	FL	C-4500-10	634	T	1.25	0.6			7.1

El **total de kg de acero** necesario para la construcción de esta línea son 4113.



**Tipo T**



Tipo B

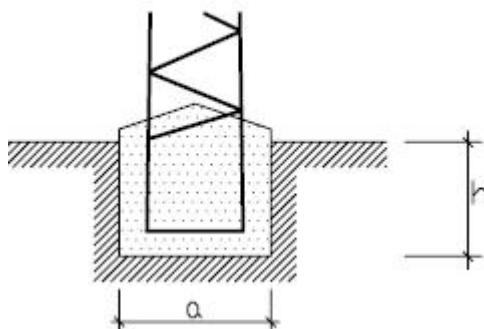
## 5. CIMENTACIONES

Para una eficaz estabilidad de los apoyos, éstos se encastrarán en el suelo en bloques de hormigón u hormigón armado, calculados de acuerdo con la resistencia mecánica del mismo.

Las características de las cimentaciones de cada uno de los apoyos será la siguiente:

Nº de Apoyo	Apoyo	Tipo de Terreno	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación	Volumen Hormigón
				a	h	b	H	c		
1	C-4500-10	Normal	Monobloque	0,92	2,3	-	-	-	1,95	2,12
2	C-1000-14	Normal	Monobloque	1,01	1,72	-	-	-	1,75	1,95
3	C-1000-12	Normal	Monobloque	0,92	1,69	-	-	-	1,43	1,6
4	C-2000-10	Normal	Monobloque	0,9	1,91	-	-	-	1,55	1,71
5	C-2000-10	Normal	Monobloque	0,9	1,91	-	-	-	1,55	1,71
6	C-2000-14	Normal	Monobloque	1,05	2,01	-	-	-	2,22	2,44
7	C-1000-10	Normal	Monobloque	0,85	1,63	-	-	-	1,18	1,32
8	C-4500-10	Normal	Monobloque	0,92	2,3	-	-	-	1,95	2,12

El volumen total de hormigón necesario para la cimentación de los apoyos es de 14,97 m<sup>3</sup>.



**Cimentación monobloque**

## **6. AISLAMIENTO EN CONDUCTORES Y SEÑALIZACIÓN. CUMPLIMIENTO DEL R.D. 1432/2008, DE 29 DE AGOSTO DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA.**

A continuación se exponen las medidas a tomar para la prevención de la electrocución y contra la colisión según el R.D. 1432/2008 de avifauna.

### 6.1. Medidas de prevención contra la electrocución.

Al incluir en la línea disuasores de posada de eficacia contrastada por el órgano competente, no se aplica ninguna otra medida de prevención contra la electrocución.

### 6.2. Medidas de prevención de la colisión

- ✓ Los nuevos tendidos eléctricos se proveerán de salvapájaros o señalizadores visuales cuando así lo determine el órgano autonómico competente.
- ✓ Los salvapájaros o señalizadores visuales se han de colocar en los cables de tierra, siempre que su diámetro no sea inferior a 20 mm. Los salvapájaros o señalizadores se dispondrán cada 10 metros (si el cable de tierra es único), o alternadamente, cada 20 metros, si son dos cables de tierra paralelos.
- ✓ En caso de que la línea carezca de cable de tierra, si se hace uso de un único conductor por fase con diámetro inferior a 20mm, se colocarán las espirales directamente sobre dichos conductores. Se dispondrán de forma alterna en cada conductor, y con una distancia máxima de 20 metros entre señales contiguas en un mismo conductor.
- ✓ Tamaño mínimo salvapájaros: espirales con 30 cm de diámetro y 1m de longitud, o dos tiras en X de 5x35 cm.
- ✓ En la línea se instalarán salvapájaros cada 20 m. en el conductor de fase.

**7. DESCRIPCIÓN DE LAS CADENAS**

Las cadenas que componen cada apoyo, y que sostienen al conductor están formadas por diferentes componentes, como son los aisladores y herrajes. Veamos las características de todos los elementos que las componen, y una descripción de las cadenas según los diferentes apoyos:

7.1. Cadena de suspensión (“simples.”)

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples.

El aislador elegido, y sus características, es:

- Tipo:-----COMP-20-70-349
- Material:----- Polimérico
- Diámetro (mm):----- 128
- Línea de fuga (mm): ----- 580
- Peso (Kg): ----- 2
- Carga de rotura (Kg): -----7000
- Tensión soportada a frecuencia industrial (kV): ----- 70
- Tensión soportada al impulso de un rayo (kV):----- 165

7.1.1. Longitud de la cadena de suspensión:

- Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m):----- 0,5

7.2. Cadena de amarre (“simples.”)

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples.

El aislador elegido, y sus características, es:

- Tipo:-----COMP-20-70-349
- Material:----- Polimérico
- Diámetro (mm):----- 128

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática FVSFA7RYQK3BJRJB. Comprobación: <https://cotitoledo.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=FVSFA7RYQK3BJRJB>



- Línea de fuga (mm): ----- 580
- Peso (Kg): ----- 2
- Carga de rotura (Kg): ----- 7000
- Tensión soportada a frecuencia industrial (kV): ----- 70
- Tensión soportada al impulso de un rayo (kV):----- 165

7.2.1. Longitud de la cadena de amarre y altura del puente

- Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m): ----- 0,5
- Altura del puente en apoyos de amarre (m): ----- 0,5
- Ángulo de oscilación del puente (°):----- 20

7.3. Descripción de cadenas según tipo de apoyos

7.3.1. Apoyos de fin de línea.

En los apoyos de fin de línea se montarán los siguientes elementos:

3 cadenas simples de aisladores poliméricos, – Aisladores tipo COMP-20-70-349

3 Ud. – Grapa de amarre .

7.3.2. Apoyos de alineación-suspensión.

Los apoyos con cadena en suspensión serán **3** , y llevarán los siguientes componentes:

3 cadenas simples de aisladores poliméricos, – Aisladores tipo COMP-20-70-349

3 Ud. – Grapa de alineación .

7.3.3. Apoyos de amarre y/o de anclaje.

Nuestra línea proyectada cuenta con **3** apoyos de amarre y/o anclaje que llevarán las siguientes cadenas:

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática FVSFA7RYQK3BJRJB. Comprobación: https://cotitoledo.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=FVSFA7RYQK3BJRJB

6 cadenas simples de aisladores poliméricos, – Aisladores COMP-20-70-349

6 Ud. – Grapa de amarre, .

## 8. PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

Todos los apoyos se conectarán a tierra con una conexión independiente y específica para cada uno de ellos.

Se puede emplear como conductor de conexión a tierra cualquier material metálico que reúna las características exigidas a un conductor según el apartado 7.2.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

De esta manera, deberán tener una sección tal que puedan soportar sin un calentamiento peligroso la máxima corriente de descarga a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones. En ningún caso se emplearán conductores de conexión a tierra con sección inferior a los equivalentes en  $25 \text{ mm}^2$  de cobre según el apartado 7.3.2.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

Las tomas de tierra deberán ser de un material, diseño, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del propio terreno, de modo que puedan garantizar una resistencia de difusión mínima en cada caso y de larga permanencia.

Además de estas consideraciones, un sistema de puesta a tierra debe cumplir los esfuerzos mecánicos, corrosión, resistencia térmica, la seguridad para las personas y la protección a propiedades y equipos exigida en el apartado 7 de la ITC07 del R.L.A.T.

## 9. NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda de acuerdo con el criterio de la línea que se haya establecido.

Todos los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico, situado a una altura visible y legible desde el suelo a una distancia mínima de 2m.

VISADO  
COITI



TOLEDO

192947-A10

**MEDEXSA**

11/09/2025

# MEMORIA DE CÁLCULOS

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática FVSFA7RYQK3BJJB. Comprobación: <https://cotitoledo.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=FVSFA7RYQK3BJJB>



VISADO  
COITI



TOLEDO

192947-A10

**MEDEXSA**

11/09/2025

## 1. CÁLCULOS MECÁNICOS:

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática FVSAFATRYQK3BJRJB. Comprobación: <https://cotitoledo.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=FVSAFATRYQK3BJRJB>

### 1.1 TENSIÓN MÁXIMA DEL TENDIDO ( $T_0$ ):

La tensión horizontal del conductor en las condiciones iniciales ( $T_0$ ), se realizará teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

- a) Que el coeficiente de seguridad a la rotura, sea como mínimo igual a 2,5 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tensión de los conductores según apartado 3.2.1 de ITC07 del R.L.A.T.
- b) Que la tensión de trabajo de los conductores a una temperatura media según la zona (15 °C para Zona A y 10 °C para Zona B o C) sin ninguna sobrecarga, no exceda del un porcentaje de la carga de rotura recomendado. Este fenómeno es el llamado E.D.S. (Every Day Stress).

### 1.2 VANO DE REGULACIÓN

El vano ideal de regulación, limitado por dos apoyos de amarre, viene dado por:

$$a_r = \frac{\sum \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}} \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}}}$$

- $a_r$ : Longitud proyectada del vano de regulación (m).
- $b_i$ : Distancia en línea recta entre los dos puntos de fijación del conductor en el vano  $i$ . (m)
- $a_i$ : Proyección horizontal de  $b_i$  (m)

### 1.3 ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES

La “ecuación de cambio de condiciones” nos permite calcular la componente horizontal de la tensión para unos valores determinados de sobrecarga (que será el peso total del conductor y cadena + sobrecarga de viento o nieve, si existiesen) y temperatura, partiendo de una situación de equilibrio inicial de sobrecarga, temperatura y tensión mecánica. Esta ecuación tiene la forma:

$$T^2 * (T + A) = B$$

$$A = \alpha * (\theta - \theta_0) * S * E - T_0 + \frac{a_r^2}{24} * \frac{P_0^2}{T_0^2} * S * E \quad ; \quad B = \frac{a_r^2 * P^2}{24} * S * E$$

- $a_r$ : Longitud proyectada del vano de regulación (m).
- $T_0$ : Tensión horizontal en las condiciones iniciales (kg).

- $\theta_0$ : Temperatura en las condiciones iniciales ( $^{\circ}\text{C}$ ).
- $P_0$ : Sobrecarga en las condiciones iniciales según zona donde nos encontremos ( $\text{kg/m}$ ).
- $T$ : Tensión horizontal en las condiciones finales ( $\text{kg}$ ).
- $\theta$ : Temperatura en las condiciones finales ( $^{\circ}\text{C}$ ).
- $P$ : Sobrecarga en las condiciones finales ( $\text{kg/m}$ ).
- $S$ : Sección del conductor ( $\text{mm}^2$ ).
- $E$ : Módulo de elasticidad del conductor ( $\text{kg/mm}^2$ ).
- $\alpha$ : Coeficiente de dilatación lineal del conductor ( $\text{m}/^{\circ}\text{C}$ ).

Como se señaló anteriormente, la sobrecarga en condiciones finales será:

$$P = P_{\text{cond}} + \text{Sobrecarga}_{\text{hielo o viento}}$$

#### 1.4 FLECHA MÁXIMA

Las flechas que se alcanzan en cada vano, se han calculado utilizando la ecuación de Truxá:

$$f = \frac{p * a * b}{8 * T} * \left(1 + \frac{a^2 * p^2}{48 * T^2}\right)$$

- $a$ : Longitud proyectada del vano ( $\text{m}$ ).
- $h$ : Desnivel ( $\text{m}$ ).
- $b$ : Longitud real del vano ( $\text{m}$ )  $\rightarrow b = \sqrt{a^2 + h^2}$
- $T$ : Componente horizontal de la tensión ( $\text{kg}$ ).
- $p$ : Peso del conductor por metro lineal en las condiciones consideradas ( $\text{kg/m}$ ).

El tendido de la línea se realizará de modo que la curva catenaria mantenga una distancia al terreno mínima de **6 metros**.

#### 1.5 DISTANCIAS DE SEGURIDAD

##### 1.5.1 Distancia de los conductores al terreno

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC07 del R.L.A.T., En todo momento la distancia de los conductores al terreno deberá ser superior a:  $D_{\text{add}} + D_{\text{el}} = 5,3 + D_{\text{el}}$  (con un mínimo de 6 m.). A nuestro nivel de tensión de 20 kV le corresponde una  $D_{\text{el}}$  de 0,22 m.

Por tanto, obtenemos una distancia mínima de:  $D_{add} + D_{el} = 5,52$  metros.

-  $D_{add} + D_{el}$ : Distancia del conductor inferior al terreno, en metros.

### 1.5.2 Distancia entre conductores

La distancia mínima de los conductores entre sí viene marcada por el artículo 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T., esto es:

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

-  $D$ : Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.

-  $K$ : Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se tomará de la tabla 16 del apartado 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T..

-  $F$ : Flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3 de la ITC07 del R.L.A.T. ( $m$ ).

-  $L$ : Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos  $L=0$ .

-  $D_{pp}$ : Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de  $D_{pp}$  se indican en el apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T., en función de la tensión más elevada de la línea.

En el apartado 1.5.5 de la presente memoria puede consultarse el chequeo de tales distancias para cada uno de los apoyos,

### 1.5.3 Distancia a masa

Según el artículo 5.4.2 de la ITC07 del R.L.A.T. la separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, no será inferior a  $D_{el}$ .

-  $D_{el}$ : 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. Del puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externa, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo. Los valores de este parámetro están en la tabla 15 del apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

En nuestro caso:  $D_{el} = 0,22$  metros.

Si esta distancia es menor que la mínima que establece el reglamento, 0,2 metros, se cogerá esta distancia mínima.

#### 1.5.4 Desviación de la cadena de aisladores

Se calcula el ángulo de desviación de la cadena de aisladores en los apoyos de alineación, con presión de viento mitad de lo establecido con carácter general, según la ecuación:

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{K_v * d * \left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right) + \frac{E_c}{2}}{P\left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right) + T_{-\frac{v}{2}} * \left(\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}\right) + \frac{P_c}{2}}$$

- $\gamma$ : Ángulo de desviación.
- $E_c$ : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores (kg).
- $P_c$ : Peso de cada cadena (kg).
- $a_1$  y  $a_2$ : Longitud proyectada del vano anterior y posterior (m).
- $h_1$  y  $h_2$ : Desnivel de vano anterior y posterior (m).
- $T_{1+v/2}$ : Componente horizontal de la tensión según Zona con sobrecarga 1/2 de viento a 120 km/h.
- $d$ : Diámetro del conductor (m).
- $P$ : Peso unitario del conductor (kg/m).
- $K_v$ : Presión mitad del viento (kg/m<sup>2</sup>).

Se calculará en el apartado 1.5.6 “Resumen y comprobación de distancias”

#### 1.5.5 Resumen y comprobación de distancias

[Ver ANEXO 2.1"Distancias FINES DE LÍNEA T"](#)

[Ver ANEXO 2.2"Distancias ALINEACIONES B"](#)

[Ver ANEXO 2.3"Distancias ÁNGULOS T"](#)

## 1.6 APOYOS

### 1.6.1 Criterios de cálculo

Se calcularán los apoyos estudiando las cargas a las que están sometidos bajo cuatro hipótesis diferentes: Hipótesis de Viento, Hipótesis de Hielo, Hipótesis de Hielo + Viento, Hipótesis de Desequilibrio de fases e Hipótesis de Rotura de conductores. El análisis de tales hipótesis estará condicionado por la función del apoyo y por la zona en la que se encuentra (Zona A, B o C)

### 1.6.2 Acciones consideradas

#### 1.6.2.1 Cargas verticales:

- **Carga vertical permanente ( $P_{vp}$ ):**

$$P_{vp} = n \cdot \left[ P_{cond} \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) + P_{cad} + T \cdot \left( \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right) \right] \text{ (kg)}$$

Siendo:

- $a_1$  y  $a_2$ : Longitud proyectada del vano anterior y posterior.
- $P_{cond}$ : Peso propio del conductor.
- $P_{cad}$ : Peso de la cadena, aisladores más herrajes.
- $n$ : Número de conductores.
- $h_1$  y  $h_2$ : Desnivel del vano anterior y posterior (m).
- $T$ : Tensión máxima del conductor en la hipótesis considerada (Kg).

- **Sobrecarga por hielo ( $S_h$ ):**

$$S_h = P_h \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot n$$

- $P_h$ : Sobrecarga de hielo. En zona B =  $0,18 \cdot \sqrt{d}$  (Kg/m); en zona C =  $0,36 \cdot \sqrt{d}$  (kg/m).

Siendo  $d$  el diámetro del conductor (mm).

### 1.6.2.2 Cargas horizontales:

- **Fuerza del viento sobre un apoyo de alineación (F):**

$$F = q \cdot d \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) \text{ (kg)}$$

- $q$ : Presión del viento sobre el conductor ( $\text{Kg/m}^2$ ). Siendo  $q = 60 \cdot \left( \frac{V_v}{120} \right)^2 \text{ Kg/m}^2$  cuando

$$d \leq 16 \text{ mm y } q = 50 \cdot \left( \frac{V_v}{120} \right)^2 \text{ kg/m}^2 \text{ cuando } d \geq 16 \text{ mm.}$$

- $d$ : diámetro del conductor en mm.

- **Resultante de ángulo ( $R_a$ ):**

$$R_a = T \cdot 2 \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \text{ (mg)}$$

Siendo, al igual que antes,  $\alpha$  el ángulo interno que forman los conductores entre sí

- **Desequilibrio de tracciones ( $D_t$ ):**

Se denominan desequilibrio de tracciones al esfuerzo longitudinal existente en el apoyo, debido a la diferencia de tensiones en los vanos contiguos. Los desequilibrios se consideran como porcentajes de la tensión máxima aplicada a todos los conductores.

$$D_t = \% \cdot T_{\text{máxima}}$$

- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:

Un  $>66\text{kV}$ , 15%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Un  $\leq 66\text{kV}$ , 8%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:

Un >66kV, 25%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Un ≤66kV, 15%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de anclaje:

Un >66kV, 50%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Un ≤66kV, 50%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de fin de línea:

100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra, considerándose aplicado cada esfuerzo en el punto de fijación del correspondiente conductor o cable de tierra al apoyo. Se deberá tener en cuenta la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar.

- Desequilibrios muy pronunciados:

Deberá analizarse el desequilibrio de tensiones de los conductores en las condiciones más desfavorables de los mismos. Si el resultado de este análisis fuera más desfavorable que los valores fijados anteriormente, se aplicarán estos.

- Desequilibrio en apoyos especiales:

Desequilibrio más desfavorable que puedan ejercer los conductores. Se aplicarán los esfuerzos en el punto de fijación de los conductores.

- **Rotura de conductores ( $R_c$ ):**

La rotura de conductores se aplica con un % de la tensión máxima del conductor roto.

$$R_c = \% \cdot T_{m\acute{a}xima}$$

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:

Rotura de un solo conductor o cable de tierra.

Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión del cable roto):



El 50% en líneas de 1 ó 2 conductores por fase.

El 75% en líneas de 3 conductores.

No se considera reducción en líneas de 4 o más conductores por fase.

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:

Rotura de un solo conductor o cable de tierra. Sin reducción alguna en la tensión.

- Rotura de conductores en apoyos de anclaje:

Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión total del haz de fase):

El 100% para líneas con un conductor por fase.

El 50% para líneas con 2 o más conductores por fase.

- Rotura de conductores en apoyos de fin de línea.

Se considerará este esfuerzo como en los apoyos de anclaje, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda, de acuerdo con la hipótesis de carga.

- Rotura de conductores en apoyos especiales.

Se considerará el esfuerzo que produzca la sollicitación más desfavorable para cualquier elemento del apoyo.



11/09/2025

**1.6.3 Resumen de hipótesis**

**Zona A**

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES		
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No aplica.  *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica.	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES		
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No aplica.  *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES		
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No aplica.  *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Fin de línea.	V	CARGAS PERMANENTES	No aplica	CARGAS PERMANENTES
	T	VIENTO		No aplica
	L	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES		ROTURA DE CONDUCTORES
Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 °C.				
V = Esfuerzo vertical		L = Esfuerzo longitudinal	T = Esfuerzo transversal	

\*APLICA RESULTANTE DE ÁNGULO EN 3ª Y 4ª HIPÓTESIS



**IMEDEXSA**

11/09/2025

**Zona B y C**

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	**1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
			(Hielo)	(Hielo + viento)		
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES (SOMET VIENTO)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA) CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h) - CATEGORÍA ESPECIAL	
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	VIENTO A 60 km/h Y HIELO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica.  *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica.			DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES (SOMET VIENTO)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA) CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h) - CATEGORÍA ESPECIAL	
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	VIENTO A 60 km/h Y HIELO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica.  *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica.			DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática FV5FA7RYQK3BJRJB. Comprobación: https://cotitoledo.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=FV5FA7RYQK3BJRJB



**IMEXSA**

11/09/2025

Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES (SOMET VIENTO)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h )	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA) CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h ) – CATEGORÍA ESPECIAL	
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	VIENTO A 60 km/h Y HIELO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica.  *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica.			DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Fin de línea	V	CARGAS PERMANENTES	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h )	No aplica.	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA) CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h ) – CATEGORÍA ESPECIAL
	T	VIENTO	No aplica.	VIENTO A 60 km/h Y HIELO		No aplica.
	L	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES			ROTURA DE CONDUCTORES
		V = Esfuerzo vertical		L = Esfuerzo longitudinal		T = Esfuerzo transversal

\* APLICA RESULTANTE DE ÁNGULO EN 3ª Y 4ª HIPÓTESIS

\*\*1ª Hipótesis: VIENTO A 120 ó 140 km/h Y TEMPERATURA DE -10°C en zona B y -15°C en zona C.

#### 1.6.4 Resumen de esfuerzos aplicados

[Ver ANEXO 3.1 “Esfuerzos aplicados 1ª HIPOTESIS”](#)

[Ver ANEXO 3.2 “Esfuerzos aplicados 2ª HIPOTESIS”](#)

[Ver ANEXO 3.3 “Esfuerzos aplicados 3ª HIPOTESIS”](#)

[Ver ANEXO 3.4 “Esfuerzos aplicados 4ª HIPOTESIS ROT. FASE”](#)

[Ver ANEXO 3.5 “Esfuerzos aplicados 4ª HIPOTESIS ROT. PROTECCIÓN”](#)

#### 1.6.5 Coefficientes de seguridad

[Ver ANEXO 7 “Coefficientes de seguridad”](#)

### 1.7 CIMENTACIONES

#### 1.7.1 Cimentaciones monobloque

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:

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

- $F$  = Esfuerzo nominal del apoyo en Kg
- $h$  = Altura de aplicación del esfuerzo nominal en m.
- $t$  = Profundidad de la cimentación en m.
- $F_v$  = Esfuerzo del viento sobre la estructura en Kg.
- $h_t$  = Altura total del apoyo en m.

Por otra parte, el momento resistente al vuelco es:

$$M_r = M_1 + M_2$$

$$\text{Donde: } M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot t^4; \quad M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot t + 0,4 \cdot p \cdot a ;$$

Siendo:

- $M_1$  = Momento debido al empotramiento lateral del terreno.

- $M_2$  = Momento debido a las cargas verticales.
- $K$  = Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 metros de profundidad ( $\text{Kg/cm}^2 \times \text{cm}$ )
- $a$  = Anchura de la cimentación en metros.
- $p$  = Peso de la torre y herrajes en Kg.

Estas cimentaciones deben su estabilidad fundamentalmente a las reacciones horizontales del terreno, por lo que teniendo en cuenta el apartado 3.6.1 de la ITC07 del R.L.A.T., debe cumplirse que:

$$M_1 + M_2 \geq M_v$$

Las dimensiones de las cimentaciones a realizar en cada uno de los apoyos, incluidos los volúmenes de excavación y hormigonado, se especifican en el apartado 5 de la memoria descriptiva.

## 1.8 AISLAMIENTO EN CONDUCTORES Y SEÑALIZACIÓN

Como se muestra en el punto 6 de la presente memoria, hay que distinguir entre dos medidas de protección a saber:

### Medidas de prevención contra la electrocución.

No es de aplicación. Véase punto 6 de la presente memoria#

### Medidas de prevención contra la colisión:

- Las sobrecargas de viento y de hielo producidas por la exposición al viento y el peso del manquito de hielo de las espirales salvapájaros según la zona por la que transcurra la línea, se muestran en el [ANEXO 1 “Datos generales de la línea y conductores”](#)

## 1.9 AISLAMIENTO Y HERRAJES

### 1.9.1 Aisladores

Según establece la ITC07 del R.L.A.T., 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.

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

En el caso que nos ocupa tenemos una cadena de aisladores con un coeficiente de seguridad de:

$$\text{COMP-20-70-349} ; C.S. = 7000 / 1438 = 4,87 .$$

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 ITC07 del R.L.A.T.) 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).

Según el tipo de ambiente donde se encuentre el conductor (tabla 14 del apartado 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T.), el R.D. 223/2008 recomienda que longitud de la línea de fuga entre fase y tierra de los aisladores a utilizar. Para obtener la línea de fuga mínima recomendada se

multiplica el número indicado por el reglamento (tabla 14) según el tipo de ambiente por la tensión nominal de la línea.

### 1.9.2 Herrajes

Según establece el apartado 3.3 del de la ITC07 del R.L.A.T., los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de tierra, 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 comprobase 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.



VISADO  
COITI



TOLEDO

192947-A10

**MEDEXSA**

11/09/2025

## 2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS POR CIRCUITO:

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática FVSFA7RYQK3BJRJB. Comprobación: <https://cotitoledo.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=FVSFA7RYQK3BJRJB>

## 2.1 Resistencia eléctrica de la línea:

La resistencia de la línea será:  $R_L = [L(Km) \cdot R(\Omega / Km)] / n^\circ$

Donde:

- $L (Km) =$  Longitud de la línea.
- $R (\Omega / Km) =$  Resistencia eléctrica del conductor a 20°C de temperatura.
- $R_L (\Omega) =$  Resistencia total de la línea.
- $n^\circ =$  Número de conductores por fase.

Por lo tanto:  $R_L = [0,81392 (Km) * 0,3066 (\Omega / Km)] / 1 = 0,2495 (\Omega)$

## 2.2 Reactancia del conductor:

La reactancia kilométrica de la línea se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$X = 2 * \pi * f * \left( \frac{\mu}{2 \cdot n} + 4,605 * \log(D/r) \right) * 10^{-4} \Omega / Km.$$

- $X =$  Reactancia aparente en ohmios por kilómetro.
- $f =$  Frecuencia de la red en hercios = 50.
- $r =$  Radio equivalente del conductor en milímetros.
- $D =$  Separación media geométrica entre conductores en milímetros.
- $\mu =$  Permeabilidad magnética del conductor. Para conductores de cobre, acero-aluminio y aluminio tiene un valor de 1.
- $n^\circ =$  Número de conductores por fase.

La separación media geométrica (D) la calculamos como:

$$D = \sqrt[3]{d_{12} * d_{23} * d_{13}}$$

Por lo tanto  $X = 0,3638 \Omega / Km.$

## 2.3 Densidad máxima admisible

La densidad máxima admisible de un conductor, en régimen permanente, para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz, se deduce de la tabla 11 del apartado 4.2 del de la ITC07 del R.L.A.T.

Para un conductor de Acero-Aluminio, LA-110 (94-AL1/22-ST1A), de 116,2 mm<sup>2</sup> de sección y configuración 30+7 la densidad de corriente máxima admisible es la siguiente:

$$D_{\text{máx.admi.}} = 2,7302 \text{ A/mm}^2.$$

#### 2.4 Intensidad máxima admisible:

La corriente máxima que puede circular por nuestro cable LA-110 (94-AL1/22-ST1A) elegido, teniendo en cuenta que tiene una sección de 116,2 mm<sup>2</sup>, es de:

$$I_{\text{máx}} = D_{\text{máx.adm.}} * S * n^{\circ}_{\text{conductores/fase}}$$

Siendo:

- $I$  = Intensidad de corriente máxima en A.
- $S$  = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- $D_{\text{máx.adm.}}$  = Densidad de corriente máxima soportada por el cable (A/mm<sup>2</sup>).

Entonces:

$$I_{\text{máx}} = 2,7302 \text{ A/mm} * 116,2 \text{ mm} * 1 = 317,2443 \text{ A}$$

#### 2.5 Potencia máxima a transportar:

La máxima potencia que se puede transportar por esta línea, atendiendo al tipo de conductor usado es de:

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} * V * \cos \varphi * I_{\text{máx}}$$

Siendo:

- $P$  = Potencia en kW.
- $V$  = tensión en kV.
- $\cos \varphi$  = Factor de potencia .

**Entonces:**  $P_{\text{máx}} = \sqrt{3} * 0,9579 * 20 \text{ kV} * 317,2443 \text{ A} = 10527 \text{ kW}$

#### 2.6 Caída de tensión:

La caída tensión viene dada por la fórmula:

$$e = \sqrt{3} * I * L * (R.\cos\theta + X.\sen\theta)$$

Siendo:

$e =$  Caída de tensión (V.).

$L =$  Longitud de la línea (Km.).

Por lo tanto tenemos una caída de tensión:

$$e = \sqrt{3} * 317,2443 \text{ (A)} * 0,81 \text{ (Km)} * [ 0,31 \text{ (}\Omega/\text{Km)} * 0,96 + 0,3638 \text{ (}\Omega/\text{Km)} * 0,29 ] =$$

$$178,0663 \text{ V}$$

En tanto por ciento, la caída de tensión en la línea será de **0,8903 %**, que es menor que el 5% recomendable.

### 2.7 Pérdida de potencia:

La pérdida de potencia que, por el efecto Joule, se produce en la línea viene dada por la expresión:

$$P_p = 3 * R * I^2 * L$$

Por lo tanto la potencia perdida es de:

$$P_p = 3 * 0,31 \text{ (}\Omega/\text{Km)} * 317,2443^2 \text{ (A)} * 0,81 \text{ (Km)} = 75,3464 \text{ kW}$$

Lo que supone un **0,7157 %** de la máxima potencia transportada.

### 2.8 Rendimiento de la línea:

Viene dado por la expresión:

$$\mu = (Pot. \text{ total} - Pot. \text{ perdida}) * 100 / Pot. \text{ total}$$

$$\mu = (10527 \text{ (kW)} - 75,3464 \text{ (kW)}) * 100 / 10527 \text{ (kW)} = 99,2843 \text{ \%}$$

### 2.9 Capacidad media de la línea:

Viene dado por la expresión:

$$\beta = 0,0242 / \log(D/r)$$

-  $r =$  Radio equivalente del conductor en milímetros.

-  $D =$  Separación media geométrica entre conductores en milímetros.

$$\beta = 0,0101 \text{ (}\mu\text{F/Km)}$$

### 2.10 Efecto corona:

La tensión crítica disruptiva:

$$U_c = 29,8/\sqrt{2} * m_c * m_t * 298/(273+\theta) * \text{Exp}(-h/8150) * r * n^{\circ}_{\text{conductores/fase}} * \ln(D/r_{eq})$$

Donde las consideraciones que se han tenido en cuenta son las siguientes:

- $m_c$  = Coeficiente de rugosidad de la superficie del conductor (0,85 para cables)
- $\theta$  = Temperatura ambiente (EDS)
- $h$  = Cota máxima del terreno en metros.
- $r$  = Radio del conductor en centímetros.
- $r_{eq}$  = Radio equivalente del conductor en milímetros.
- $m_t$  = Coeficiente del estado del tiempo (0,8 para tiempo húmedo)
- $D$  = Separación media geométrica entre conductores en milímetros.

$$U_c = 52 \text{ (kV)}$$

Existirán pérdidas corona siempre que la tensión crítica de aparición de descargas corona en valor eficaz  $U_c$ , sea inferior a la tensión máxima fase neutro de la línea  $U_s / \sqrt{3}$ , dónde  $U_s$  es la tensión más elevada de la línea.

En el [ANEXO 9 "Cálculos eléctricos"](#) se puede ver un resumen de los cálculos eléctricos de la línea.

## CONCLUSIÓN

Con todo lo anteriormente expuesto, se entiende que el presente proyecto se encuentra suficientemente detallado. De esta manera se remite la documentación a los organismos oficiales competentes para que pueda ser evaluado, con el fin de obtener las aprobaciones y permisos para la ejecución de la obra.

**VISADO**

COITI


**IMEDEXSA**  
 INSTALACIONES MECÁNICAS DE EXTREMADURA, S.A.

TOLEDO

192947-A10

## DATOS DE LA LÍNEA

Datos de la línea	Fase	Protección
TENSIÓN (KV)	20	
CONDUCTOR	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	
NÚMERO FASES	3	
NÚMERO COND/FASE	1	
LONGITUD CADENA SUSPENSIÓN (m)	0,5	
LONGITUD CADENA AMARRE (m)	0,5	
ALTURA DEL PUENTE (m)	0,5	
TEMPERATURA MAX. TENDIDO (°C)	50	
VELOCIDAD VIENTO (Km/h)	120	

## DATOS DEL CONDUCTOR

Datos del conductor	Fase	Protección 1	Protección 2
DIÁMETRO (MM)	14		
PESO (KG/M)	0,433		
PESO COND+SALV	0,463		
CARGA DE ROTURA (Kg):	4400		
SECCIÓN (MM2)	116,2		
COEFICIENTE DE DILATACIÓN	1,78E-5		
MÓDULO ELASTICIDAD (Kg/mm2)	8200		
EDS Max. Zona A (%)	15		
EDS Max. Zona B (%)	15		
EDS Max. Zona C (%)	15		
SOBRECARGA VIENTO 120 Km/h (Kg/m)	0,857		
SOBRECARGA VIENTO COND+SALV 120 Km/h (Kg/m)	0,921		
SOBRECARGA VIENTO 1/2 120Km/h (Kg/m)	0,428		
SOBRECARGA VIENTO 1/2 COND+SALV 120Km/h (Kg/m)	0,460		
ÁNGULO OSCILACIÓN 120Km/h (°)	63,18		
ÁNGULO OSCILACIÓN COND+SALV 120Km/h (°)	63,306		
PESO VIENTO 120Km/h (Kg/m)	0,960		
PESO VIENTO COND+SALV 120Km/h (Kg/m)	1,031		
PESO VIENTO 1/2 120Km/h (Kg/m)	0,609		
PESO VIENTO 1/2 COND+SALV 120Km/h (Kg/m)	0,653		
PESO HIELO ZONA B (Kg/m)	1,120		
PESO HIELO COND+SALV ZONA B (Kg/m)	1,212		
PESO HIELO ZONA C (Kg/m)	1,807		
PESO HIELO COND+SALV ZONA C (Kg/m)	1,962		
Diámetro conductor con manguito zona B (mm)	36,59		
Diámetro conductor con manguito zona C (mm)	49,82		
Sobrecarga Viento 60 Km/h con manguito zona B (Kg/m)	0,47		

Proyecto: Línea de A.T.

**VISADO**

COITI



TOLEDO

192947-A10


**IMEDEXSA**  
 INDUSTRIAS MECÁNICAS DE EXTREMADURA, S.A.

## DATOS DE LA LÍNEA

Datos de la línea	Fase	Protección
TENSIÓN (KV)	20	
CONDUCTOR	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	
NÚMERO FASES	3	
NÚMERO COND/FASE	1	
LONGITUD CADENA SUSPENSIÓN (	0,5	
LONGITUD CADENA AMARRE (m)	0,5	
ALTURA DEL PUENTE (m)	0,5	
TEMPERATURA MAX. TENDIDO (°C)	50	
VELOCIDAD VIENTO (Km/h)	120	

## DATOS DEL CONDUCTOR

Datos del conductor	Fase	Protección 1	Protección 2
Sobrecarga Viento 60 Km/h con manguito zona B COND+S	0,483		
Sobrecarga Viento 60 Km/h con manguito zona C (Kg/m)	0,64		
Sobrecarga Viento 60 Km/h con manguito zona C COND+S	0,651		
Peso Hielo+Viento 60 Km/h Zona B (Kg/m)	1,21		
Peso Hielo+Viento 60Km/h Zona B COND+SALV (Kg/m)	1,305		
Peso Hielo+Viento 60Km/h Zona C (Kg/m)	1,92		
Peso Hielo+Viento 60Km/h Zona C COND+SALV (Kg/m)	2,067		
COMPOSICIÓN NÚM. HILOS ALUMINIO+ACERO	30+7		
RESISTENCIA A 20°C (Ohmios/Km)	0,3066		



**IMEDEXSA**  
INDUSTRIAS MECÁNICAS DE EXTREMADURA, S.A.

## DATOS TOPOGRAFICOS

APOYOS		L. VANO (m)		TENSE MÁX (Kg)		COTA DEL TERRENO (m)	ÁNGULO INT (Cent.)	Altura útil cruc. inf. replanteo (m)	ZONA	TIPO TERRENO	SEGURIDAD REFORZADA
Nº	FUNCIÓN	ANTERIOR	POSTERIOR	ANTERIOR	POSTERIOR						
1	FL	0	136,17	0	1387	759		7,1	B	Normal	NO
2	AL-SU	136,17	136,17	1387	1387	757,58		11,59	B	Normal	NO
3	AL-SU	136,17	144,68	1387	1387	765,98		9,55	B	Normal	NO
4	AN-AM	144,68	67,02	1387	1205	776,98	197,8	7,5	B	Normal	NO
5	AN-AM	67,02	136,17	1205	1214	781,86	196,7	7,69	B	Normal	NO
6	AN-AM	136,17	87,23	1214	1288	774,96	198,9	11,54	B	Normal	NO
7	AL-SU	87,23	106,47	1288	1288	785,26		9,07	B	Normal	NO
8	FL	106,47	0	1288	0	784,49		7,1	B	Normal	NO





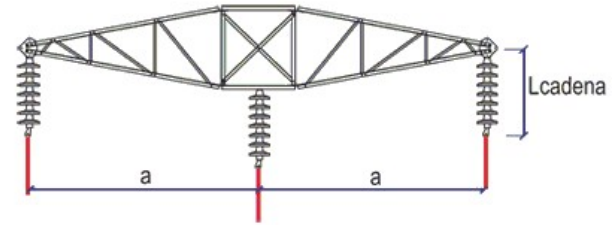
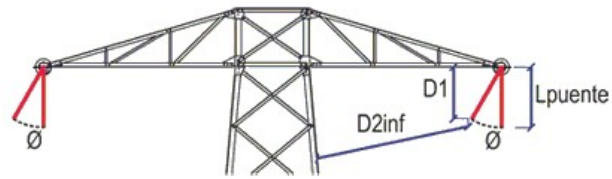
## DISTANCIAS FINES DE LÍNEA "T"

Tensión de la línea [kV]: 20	Oscilación puente [m]: 0,17	Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 2
Configuración Simplex.	Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 0,5	Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 2
Distancia a masa exigida (Del) [m]: 0,22	Longitud cadena aisladores amarre [m]: 0,5	Diámetro conductor [mm]: 14
Altura puente [m]: 0,5	Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 4,57	Peso conductor [Kg/m]: 0,43
Oscilación puente [°]: 20	Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]: 4,57	Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,43

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)					
						T	"a"	"b"	"h"	b (°)	b (°) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpuent	D1	D2			
1	FL	C-4500-10	T	7,1	7,1	T1	1,25	0,6	---				1,11	1,39	---	---	---	1,21	---	0,5	0,47	0,81			
8	FL	C-4500-10	T	7,1	7,1	T1	1,25	0,6	---				0,95	1,39	---	1,06	---	---	---	0,5	0,47	0,81			



## DISTANCIAS FINES DE LÍNEA "T"



Proyecto: Línea de A.T.



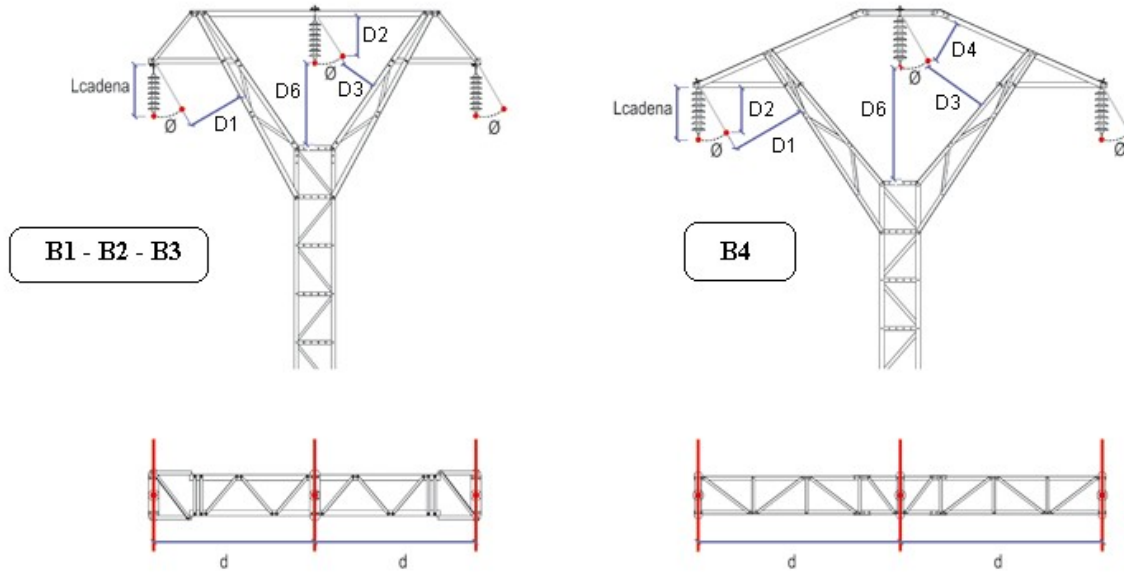
## DISTANCIAS ALINEACIONES "B"

Tensión de la línea [kV]: 20	Oscilación puente [m]: 0,17	Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 2
Configuración Simplex.	Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 0,5	Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 2
Distancia a masa exigida (Del) [m]: 0,22	Longitud cadena aisladores amarre [m]: 0,5	Diámetro conductor [mm]: 14
Altura puente [m]: 0,5	Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 4,57	Peso conductor [Kg/m]: 0,43
Oscilación puente [°]: 20	Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]: 4,57	Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,43

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)					
						TipoB	"b"	"d"	"h"	b (°)	b (°) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	L	D1	D2	D3	D4	D6
2	AL-SU	C-1000-14	B	11,09	12,48	B1	1,5	0,7	---	54,38	64,17	OK	1,21	1,57	---	1,21	---	1,21	---	0,5	0,34	0,29	0,23	---	Aislad
3	AL-SU	C-1000-12	B	9,05	10,51	B1	1,5	0,7	---	49,61	64,17	OK	1,26	1,57	---	1,21	---	1,26	---	0,5	0,38	0,32	0,23	---	Aislad
7	AL-SU	C-1000-10	B	8,57	8,57	B1	1,5	0,7	---	17,51	64,17	OK	1,06	1,57	---	0,95	---	1,06	---	0,5	0,69	0,48	0,37	---	Aislad



## DISTANCIAS ALINEACIONES "B"



Proyecto: Línea de A.T.



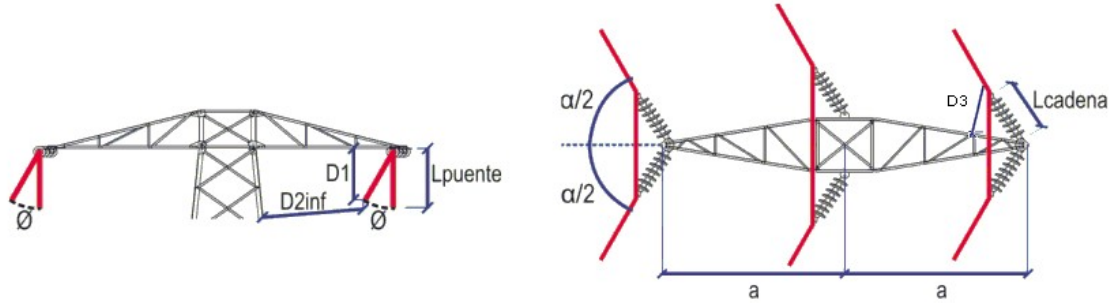
## DISTANCIAS ÁNGULOS "T"

Tensión de la línea [kV]: 20	Oscilación puente [m]: 0,17	Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 2
Configuración Simplex.	Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 0,5	Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 2
Distancia a masa exigida (Del) [m]: 0,22	Longitud cadena aisladores amarre [m]: 0,5	Diámetro conductor [mm]: 14
Altura puente [m]: 0,5	Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 4,57	Peso conductor [Kg/m]: 0,43
Oscilación puente [°]: 20	Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]: 4,57	Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,43

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)						
						T	"a"	"b"	"h"	b (°)	b (°) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpuent	D1	D2	D3			
4	AN-AM	C-2000-10	T	7,5	7,69	T1	1,25	0,6	---				1,17	1,39	---	1,26	---	0,7	---	0,5	0,47	0,81	0,48			
5	AN-AM	C-2000-10	T	7,69	7,69	T1	1,25	0,6	---				1,18	1,39	---	0,7	---	1,18	---	0,5	0,47	0,8	0,48			
6	AN-AM	C-2000-14	T	11,54	11,54	T1	1,25	0,6	---				1,18	1,39	---	1,18	---	0,95	---	0,5	0,47	0,81	0,48			



## DISTANCIAS ÁNGULOS "T"



Proyecto: Línea de A.T.



## Esfuerzos. 1ª HIPÓTESIS (Viento 120 Km/h)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg.m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
1	FL	T	C-4500	23		70	67	1194			202	3582	3784	---
2	AL-SU	B	C-1000	50		150	130	0			390	0	390	---
3	AL-SU	B	C-1000	57		171	134	0			402	0	402	---
4	AN-AM	T	C-2000	52		155	146	118			438	355	793	---
5	AN-AM	T	C-2000	98		294	157	52			471	155	627	---
6	AN-AM	T	C-2000	3		9	131	105			392	316	708	---
7	AL-SU	B	C-1000	100		301	94	0			282	0	282	---
8	FL	T	C-4500	16		48	54	1129			161	3387	3548	---



## Esfuerzos. 2ª HIPÓTESIS (Hielo + Viento 60 Km/h)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg.m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
1	FL	T	C-4500	60		181	34	1387			102	4161	4263	---
2	AL-SU	B	C-1000	131		394	67	0			201	0	201	---
3	AL-SU	B	C-1000	149		446	69	0			207	0	207	---
4	AN-AM	T	C-2000	132		396	98	182			295	545	840	---
5	AN-AM	T	C-2000	237		712	114	9			342	26	368	---
6	AN-AM	T	C-2000	14		41	78	74			234	222	456	---
7	AL-SU	B	C-1000	245		736	48	0			144	0	144	---
8	FL	T	C-4500	41		124	27	1288			81	3864	3945	---





## Esfuerzos. 3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES								
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg.m)	
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal			
1	FL	T	C-4500	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	AL-SU	B	C-1000	131		394	0	111			0	333	333		---
3	AL-SU	B	C-1000	149		446	0	111			0	333	333		---
4	AN-AM	T	C-2000	132		396	44	208			133	624	757		---
5	AN-AM	T	C-2000	237		712	58	182			175	546	721		---
6	AN-AM	T	C-2000	14		41	21	193			62	579	641		---
7	AL-SU	B	C-1000	245		736	0	103			0	309	309		---
8	FL	T	C-4500	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		---



## ESFUERZOS. 4ª HIPÓTESIS FASE

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES											
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase con rotura (Kg)		Fase sin rotura (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Torsión simple (Kg)	Torsión compuesta (Ángulos y FL) (Kg)		
							Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.		Esf.Util	Esf.Equiv.	M.Torsor (Kg/cm)
1	FL	T	C-4500	60		181	0	0	0	1387	0	0	0	2773	---	2773	2773	1732
2	AL-SU	B	C-1000	131		394	0	693	0	0	0	0	0	693	693	---	---	---
3	AL-SU	B	C-1000	149		446	0	693	0	0	0	0	0	693	693	---	---	---
4	AN-AM	T	C-2000	132		396	24	1386	48	0	0	0	120	1386	---	1506	1506	1732
5	AN-AM	T	C-2000	237		712	31	1213	63	0	0	0	157	1213	---	1371	1371	1512
6	AN-AM	T	C-2000	14		41	11	1288	22	0	0	0	56	1288	---	1343	1343	1600
7	AL-SU	B	C-1000	245		736	0	644	0	0	0	0	0	644	644	---	---	---
8	FL	T	C-4500	41		124	0	0	0	1288	0	0	0	2575	---	2575	2575	1600



## RESULTADOS

Precio total hierro (2 €/Kg): 8226 €

Precio total cimentación: 2437,59 €

Peso total: 4113 Kg.

Volumen excavación: 13,58 m3 Volumen hormigón: 14,98 m3

Número apoyo	Función apoyo	Tipo torre	Tipo cruceta	Torre seleccionada	Armados N y S				Armados T y B		Ahorcam. h real	Comprob. Esf. Vertical	Denominacion Torre	Código armado	Peso torre (Kg)
					Cabeza (m) "b"	Cruceta (m) "a"	Cruceta (m) "c"	Cúpula (m) "h"	Cruceta (m) "a"-"d"	Cruceta (m) "b"					
1	FL	R.U.	T	C-4500					1,25	0,6	OK	OK	C-4500-10	T1	634
2	AL-SU	R.U.	B	C-1000					1,5	0,7	OK	OK	C-1000-14	B1	540
3	AL-SU	R.U.	B	C-1000					1,5	0,7	OK	OK	C-1000-12	B1	460
4	AN-AM	R.U.	T	C-2000					1,25	0,6	OK	OK	C-2000-10	T1	419
5	AN-AM	R.U.	T	C-2000					1,25	0,6	OK	OK	C-2000-10	T1	419
6	AN-AM	R.U.	T	C-2000					1,25	0,6	OK	OK	C-2000-14	T1	604
7	AL-SU	R.U.	B	C-1000					1,5	0,7	OK	OK	C-1000-10	B1	403
8	FL	R.U.	T	C-4500					1,25	0,6	OK	OK	C-4500-10	T1	634

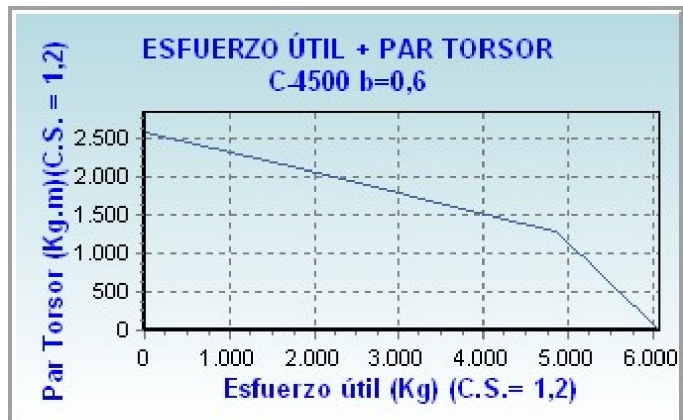
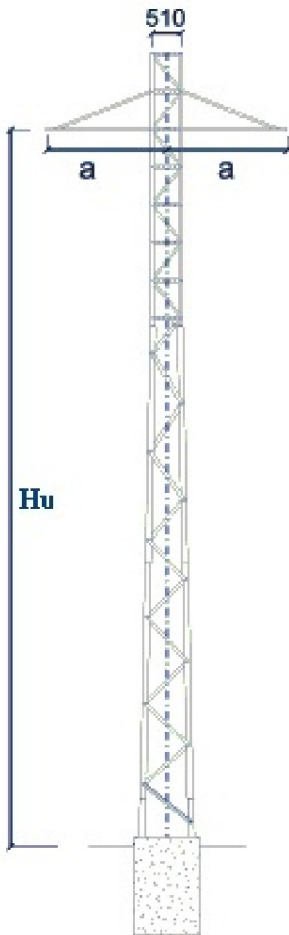
Línea de A.T.



**Fichas Técnicas de los apoyos**

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N			ARMADOS T y B			
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"- "d"	"b"	"c"
7,1					1,25	0,6	

ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1.5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1.5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1.5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1.2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1.2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1.2
4680	5025	4680	6255	1680	
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
300	375	375	375	375	



VISADO

COITI



**IMEDEXSA**  
INDUSTRIAS MECÁNICAS DE EXTREMADURA, S.A.

Programa de cálculo y gestión  
de líneas aéreas de A.T.

TOLEDO

192947-A10

Version 16.0, 11/2023

Apoyo nº: 2

Función: AL-SU

Armado: B(B1)

Denominación: C-1000-14

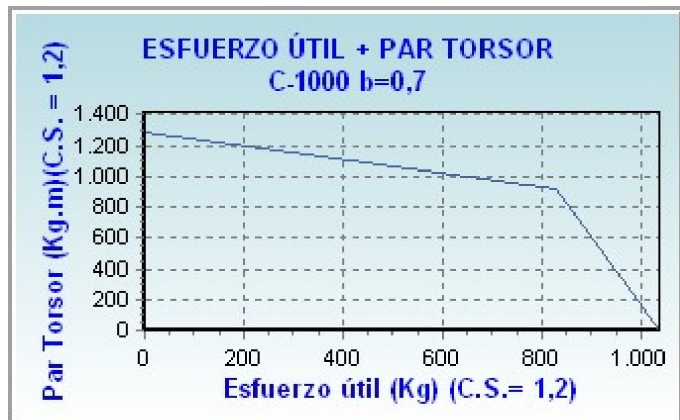
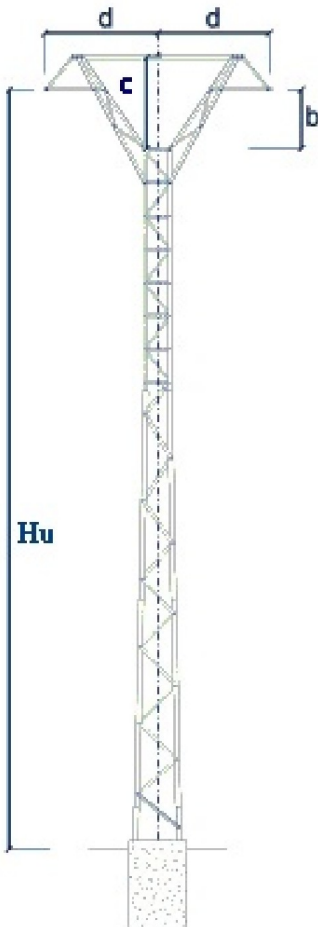
**PROYECTO**

Línea de A.T.

### Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"- "d"	"b"	"c"
12,98					1,5	0,7	1,15

ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1.5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1.5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1.5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1.2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1.2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1.2
795	900	795	1128	715	
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
300	375	375	375	375	



Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación: telemática: EY/SEAZRYOK3B.IB. Comprobación: https://coitoleado.es/gestion.es/Validacion.es/Validacion.es/EY/SEAZRYOK3B.IB

VISADO

COITI



**IMEDEXSA**  
INDUSTRIAS MECÁNICAS DE EXTREMADURA, S.A.

Apoyo nº: 3  
Función: AL-SU  
Armado: B(B1)  
Denominación: C-1000-12

**PROYECTO**  
Línea de A.T.

Programa de cálculo y gestión  
de líneas aéreas de A.T.

TOLEDO

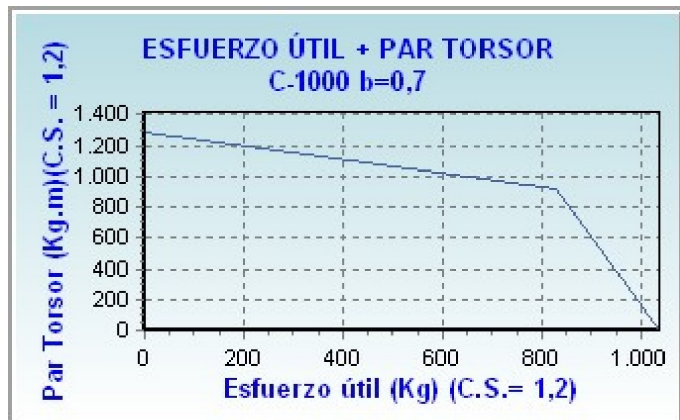
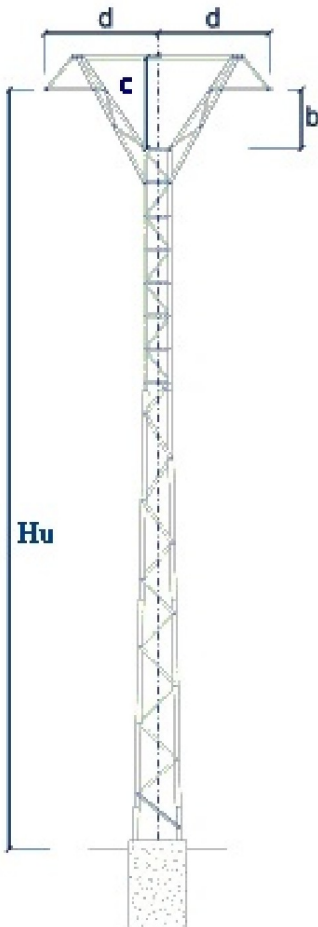
192947-A10

Version 16.0, 11/2023

### Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"- "d"	"b"	"c"
11,01					1,5	0,7	1,15

ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1.5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1.5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1.5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1.2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1.2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1.2
795	900	795	1128	715	
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
300	375	375	375	375	



Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática: EY5EA7RYQK3B1B. Comprobación: <https://coitoledo.es/validacion.es/validacion.asp?CVT=EY5EA7RYQK3B1B>

VISADO

COITI



**IMEDEXSA**  
INDUSTRIAS MECÁNICAS DE EXTREMADURA, S.A.

Apoyo nº: 4

Función: AN-AM

Armado: T(T1)

Denominación: C-2000-10

**PROYECTO**

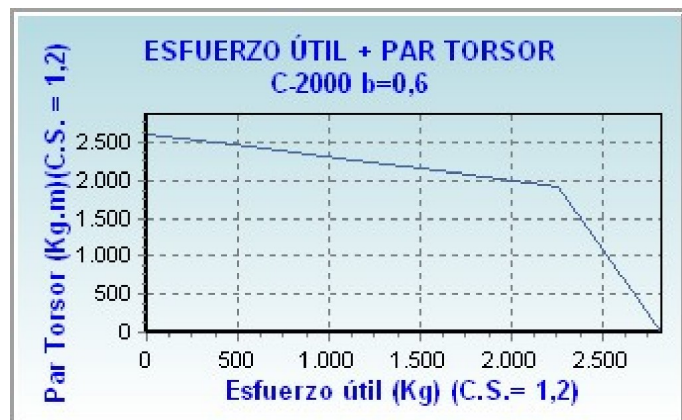
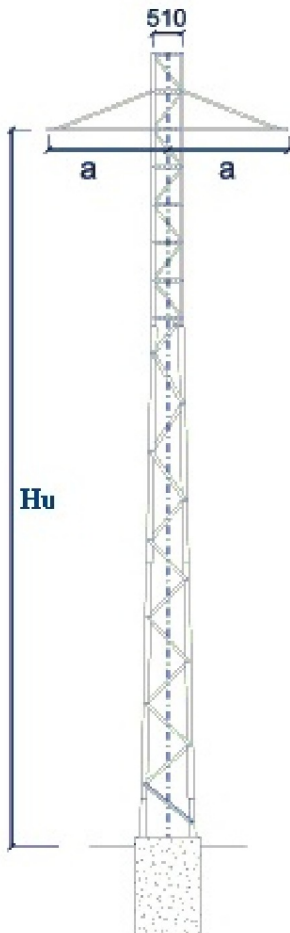
Línea de A.T.

Programa de cálculo y gestión  
de líneas aéreas de A.T.

### Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"- "d"	"b"	"c"
7,69					1,25	0,6	

ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
2070	2340	2070	2925	1655	
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
300	375	375	375	375	



Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática: EY5EA7RYOK3BJR JB. Comprobación: https://cotitoleado.gestion.es/validacion.asp?CVT=EY5EA7RYOK3BJR JB

VISADO  
COITI



**IMEDEXSA**  
INDUSTRIAS MECÁNICAS DE EXTREMADURA, S.A.

Apoyo nº: 5  
Función: AN-AM  
Armado: T(T1)  
Denominación: C-2000-10

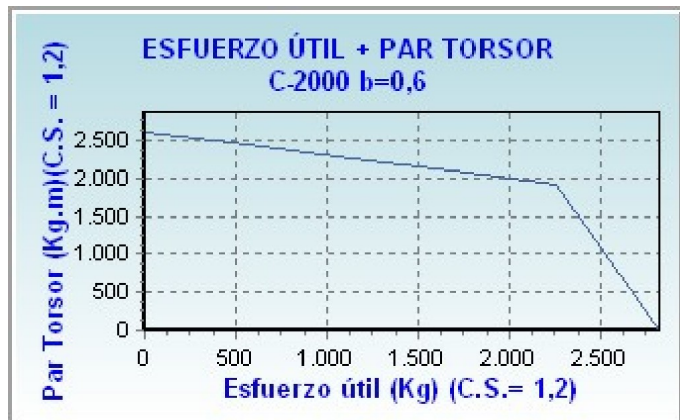
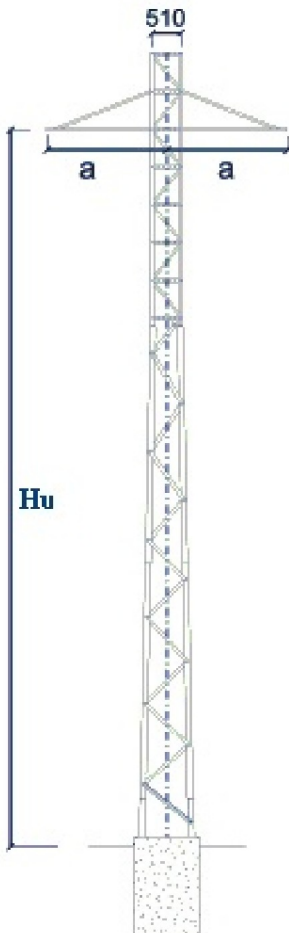
**PROYECTO**  
Línea de A.T.

Programa de cálculo y gestión  
de líneas aéreas de A.T.

### Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"- "d"	"b"	"c"
7,69					1,25	0,6	

ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
2070	2340	2070	2925	1655	
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
300	375	375	375	375	



Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática: EY5EA7RYOK3BJR JB. Comprobación: https://cotitoleado.gestion.es/validacion.es/validacion.es/2023/EY5EA7RYOK3BJR JB



VISADO  
COITI



**IMEDEXSA**  
INDUSTRIAS MECÁNICAS DE EXTREMADURA, S.A.

Apoyo nº: 6  
Función: AN-AM  
Armado: T(T1)  
Denominación: C-2000-14

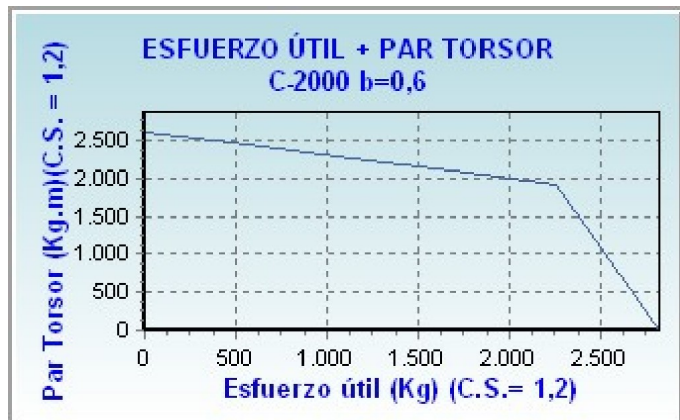
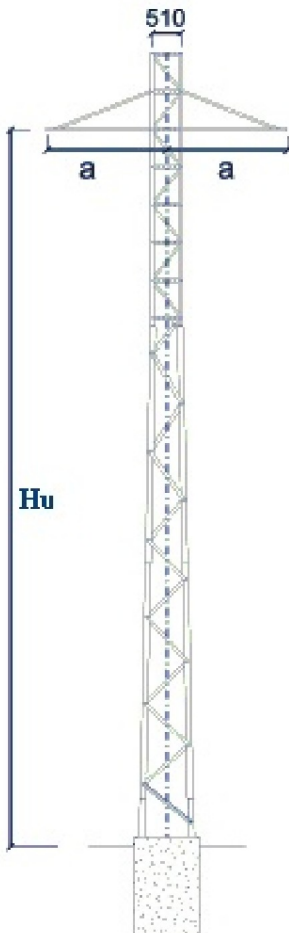
**PROYECTO**  
Línea de A.T.

Programa de cálculo y gestión  
de líneas aéreas de A.T.

### Fichas Técnicas de los apoyos

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"- "d"	"b"	"c"
11,54					1,25	0,6	

ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
2070	2340	2070	2925	1655	
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
300	375	375	375	375	



Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática: EY5EA7RYOK3BJR\_IB. Comprobación: https://cotitoleado.es/validacion.es/validacion.asp?CVT=EY5EA7RYOK3BJR\_IB

VISADO  
COITI



**IMEDEXSA**  
INDUSTRIAS MECANICAS DE EXTREMADURA, S.A.

Apoyo nº: 7  
Función: AL-SU  
Armado: B(B1)  
Denominación: C-1000-10

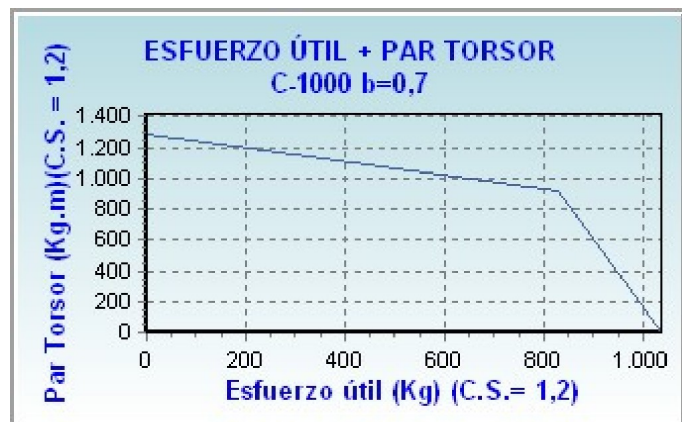
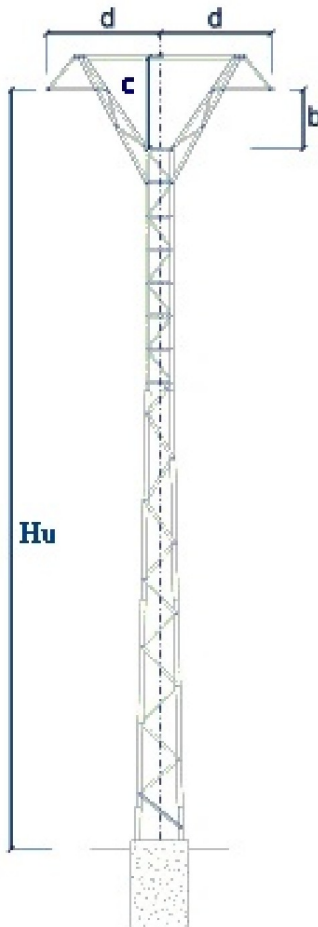
**PROYECTO**  
Línea de A.T.

Programa de cálculo y gestión  
de líneas aéreas de A.T.

**Fichas Técnicas de los apoyos**

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"- "d"	"b"	"c"
9,07					1,5	0,7	1,15

ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
795	900	795	1128	715	
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
300	375	375	375	375	



Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática: EY5EATRYQK3B.IB. Comprobación: https://cotitoledo.gestion.es/validacion.es/validacion.es/EY5EATRYQK3B.IB

VISADO

COITI



Apoyo nº: 8  
Función: FL  
Armado: T(T1)  
Denominación: C-4500-10

PROYECTO  
Línea de A.T.

Programa de cálculo y gestión  
de líneas aéreas de A.T.

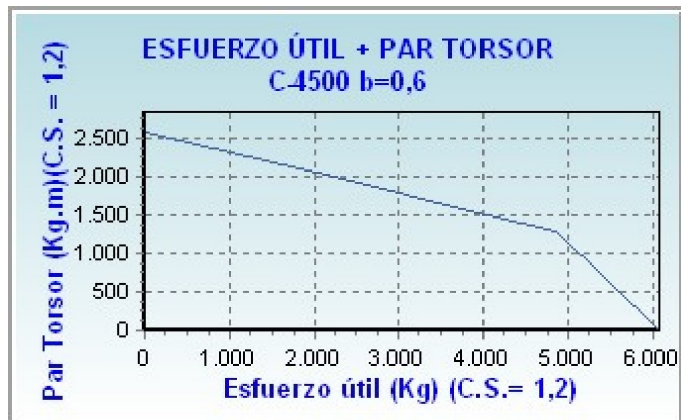
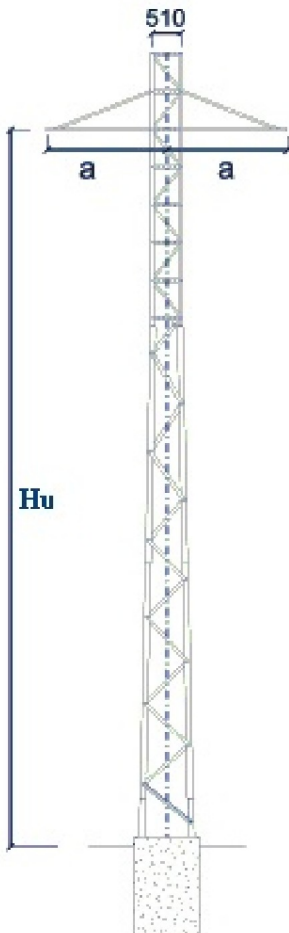
### Fichas Técnicas de los apoyos

192947-A10

Version 16.0, 11/2023

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S y N				ARMADOS T y B		
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		Cúpula (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"		"a"- "d"	"b"	"c"
7,1					1,25	0,6	

ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg)					
1ª Hip. V=120 Km/h C.S. = 1,5	2ª Hip. Hielo C.S. = 1,5	2ª Hip. H+V=60 Km/h C.S. = 1,5	3ª Hip. Desequilibrio C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Fase C.S. = 1,2	4ª Hip. Rot. de Prot. C.S. = 1,2
4680	5025	4680	6255	1680	
CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)					
300	375	375	375	375	



Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática: EY5EA7BYOK3BJR\_IB. Comprobación: https://cotitoleado.gestion.es/validacion.asp?CVT=EY5EA7BYOK3BJR\_IB



## TABLA DE TENDIDO

### CONDUCTOR DE FASE: LA-110

Diámetro (mm): 14

Coef. Dilatación (°C): 1,78E-5

Peso (Kg/m): 0,433

Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 8200

Sección (mm2): 116,2

Carga Rotura (Kg): 4400

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C		
					Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)
1-2	B	136	2,57	139	806	1,25	753	1,33	704	1,43	660	1,52	620	1,62	583	1,72	550	1,82	521	1,93	495	2,03	471	2,13	449	2,24	430	2,33	413
2-3	B	136	6,36	139	806	1,25	753	1,33	704	1,43	660	1,52	620	1,62	583	1,72	550	1,82	521	1,93	495	2,03	471	2,13	449	2,23	430	2,33	413
3-4	B	145	9,45	139	806	1,41	753	1,51	704	1,61	660	1,72	620	1,83	583	1,94	550	2,06	521	2,18	495	2,29	471	2,41	449	2,52	430	2,61	413
4-5	B	67	5,07	67	897	0,27	820	0,3	746	0,33	674	0,36	607	0,4	544	0,45	487	0,5	437	0,56	393	0,62	356	0,68	324	0,75	298	0,81	273
5-6	B	136	-3,05	136	643	1,56	603	1,66	568	1,77	536	1,87	507	1,98	481	2,09	458	2,19	437	2,3	419	2,4	402	2,5	386	2,6	372	2,71	357
6-7	B	87	7,33	98	872	0,47	804	0,51	739	0,56	679	0,61	623	0,66	573	0,72	527	0,78	487	0,85	452	0,91	421	0,98	394	1,05	370	1,11	347
7-8	B	106	-2,24	98	872	0,7	804	0,76	739	0,83	679	0,9	623	0,98	573	1,07	527	1,16	487	1,26	452	1,36	421	1,46	394	1,56	370	1,63	347

**NOTA:**

Las condiciones de tendido indicadas en esta tabla están adaptadas para el conductor sin espirales salvapájaros.

El montaje de las espirales salvapájaros se efectuaría con posterioridad a la regulación de la línea, alcanzándose las condiciones de tendido acorde a cálculo.

Proyecto: Línea de A.T.



# TENSIONES Y FLECHAS

CONDUCTOR DE FASE: : LA-110

Diámetro (mm): 14

Coef. Dilatación (°C): 1,78E-5

Peso (Kg/m): 0,433

Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 8200

Sección (mm2): 116,2

Carga Rotura (Kg): 4400

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	Zona A			CHS (%)	Zona B			Zona C			Tens. (50°C)		Tens.(15°C+V)		Tens.(0°C+H)		Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)			
						EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)		Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H +V	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H +V	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)					Tensión (Kg.)	Flecha (m)	
1-2	B	136	2,57	139	1387	---	15	---	18,09	---	970	---	---	1194	1387	---	---	443	2,42	1005	2,38	1216	2,31	1,18	2,42			
2-3	B	136	6,36	139	1387	---	15	---	18,09	---	970	---	---	1194	1387	---	---	443	2,43	1005	2,38	1216	2,31	1,19	2,43			
3-4	B	145	9,45	139	1387	---	15	---	18,09	---	970	---	---	1194	1387	---	---	443	2,74	1005	2,69	1216	2,62	1,34	2,74			
4-5	B	67	5,07	67	1205	---	15	---	19,92	---	989	---	---	1075	1205	---	---	305	0,86	791	0,73	1003	0,68	0,25	0,86			
5-6	B	136	-3,05	136	1214	---	11,84	---	13,94	---	786	---	---	1024	1214	---	---	376	2,86	875	2,73	1064	2,64	1,55	2,86			
6-7	B	87	7,33	98	1288	---	14,98	---	19,1	---	979	---	---	1129	1288	---	---	375	1,18	894	1,1	1103	1,05	0,45	1,18			
7-8	B	106	-2,24	98	1288	---	14,98	---	19,1	---	979	---	---	1129	1288	---	---	375	1,75	894	1,63	1103	1,56	0,67	1,75			

NOTA:

Los tenses y flechas de la presente tabla tienen en cuenta la sobrecarga de peso y la sobrecarga de viento que provocan los elementos salvapajaros instalados cada

Proyecto: Línea de A.T.



## COEFICIENTES DE SEGURIDAD

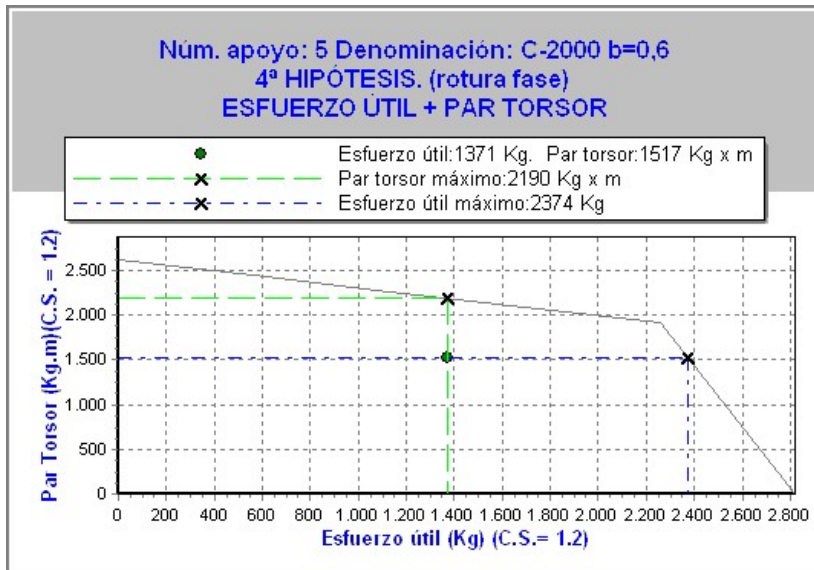
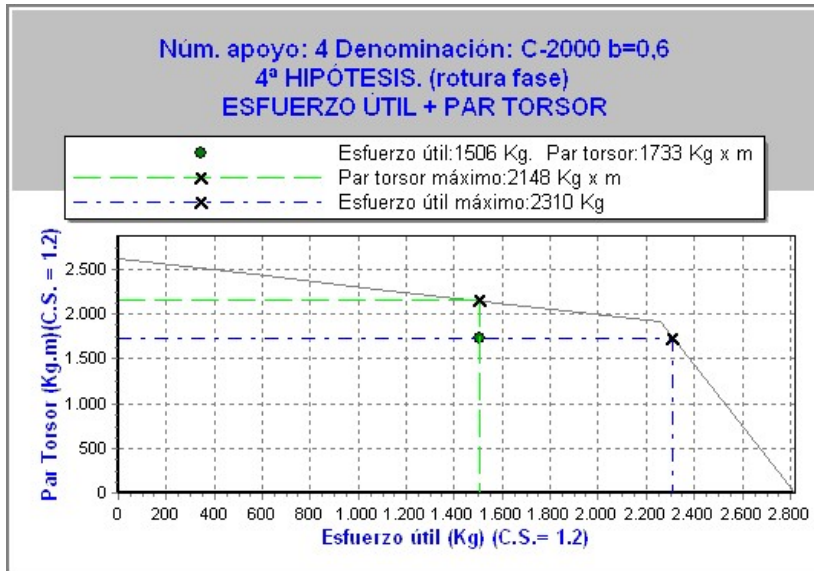
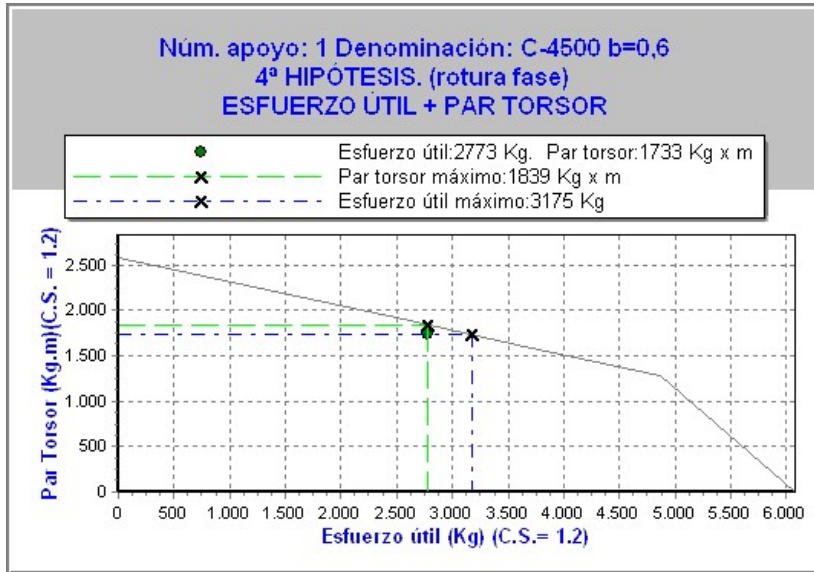
Número apoyo	Func. apoyo	Tipo de torre	Tipo de seg.	1ª HIPÓTESIS (Viento 120 K)				2ª HIPÓTESIS (Hielo+Viento)				Hipótesis 3ª (Desequilibrio)				Hipótesis 4ª (Rotura Fase)						Hipótesis 4ª (Rotura Protección)													
				Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento tursor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento tursor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento tursor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Torsión simple			Torsión compuesta(Áng y FL)			Rotura simple			Rotura compuesta (Ángulos)										
																Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esf.Eq. incidente (Kg)	Mom.Tor. incidente (Kg x m)	COEF. SEG.	Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esf.Eq. incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.								
1	FL	C-4500	NORM	3784	---	4680	1,86	4263	---	4680	1,65	0	---				2773	1733	Ver gráfi																
2	AL-SU	C-1000	NORM	390	---	795	3,06	201	---	795	5,94	333	---	1128	4,07	693	715	1,24																	
3	AL-SU	C-1000	NORM	402	---	795	2,96	207	---	795	5,76	333	---	1128	4,07	693	715	1,24																	
4	AN-AM	C-2000	NORM	793	---	2070	3,91	840	---	2070	3,7	757	---	2925	4,64				1506	1733	Ver gráfi														
5	AN-AM	C-2000	NORM	627	---	2070	4,95	368	---	2070	8,44	721	---	2925	4,87				1371	1517	Ver gráfi														
6	AN-AM	C-2000	NORM	708	---	2070	4,39	456	---	2070	6,81	641	---	2925	5,47				1343	1609	Ver gráfi														
7	AL-SU	C-1000	NORM	282	---	795	4,23	144	---	795	8,29	309	---	1128	4,38	644	715	1,33																	
8	FL	C-4500	NORM	3548	---	4680	1,98	3945	---	4680	1,78	0	---						2575	1609	Ver gráfi														

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
 Código de validación telemática FV/SFA7RYQK3B/JRJB. Comprobación: <https://cbtitoledo.e-gestion.es/Validador.aspx?C=CCTV/FV/SFA7RYQK3B/JRJB>



**MEDEXSA**  
INDUSTRIAS MECÁNICAS DE EXTREMADURA, S.A.

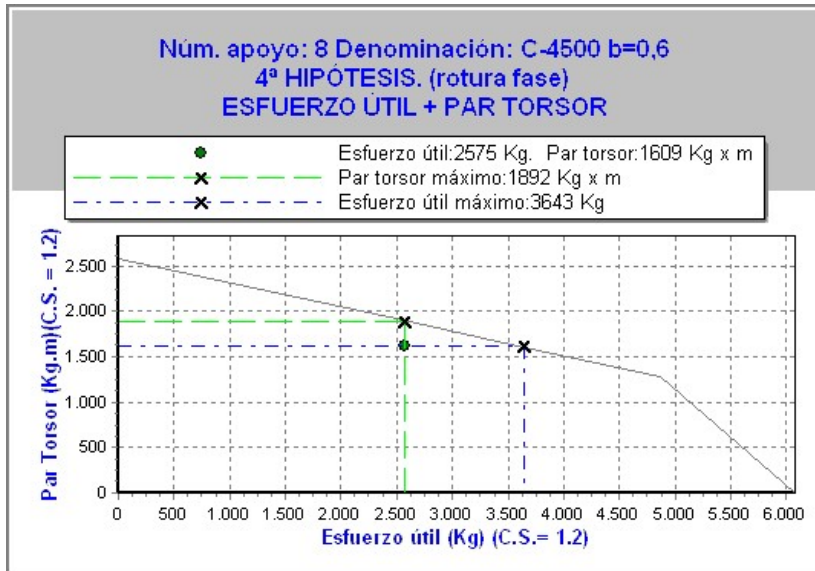
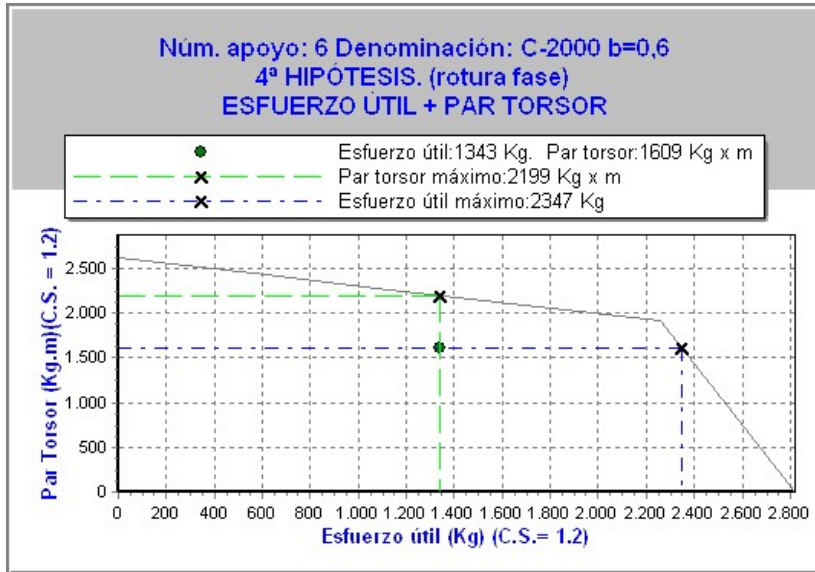
## COEFICIENTES DE SEGURIDAD



Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática FVSAFATRYQK3BJRJB. Comprobación: <https://cotitoleado.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=FVSAFATRYQK3BJRJB>



## COEFICIENTES DE SEGURIDAD







## DATOS DE LAS CIMENTACIONES

Volumen total de excavación: 13,58 m3

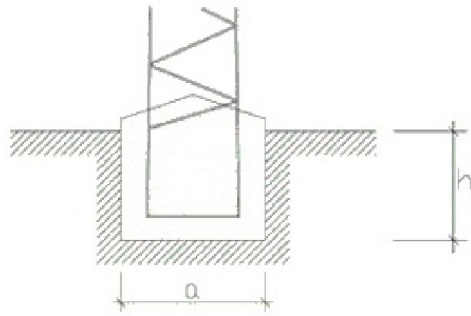
Volumen total de cimentación: 14,98 m3

Nº APOYO	TORRE	TERRENO	TIPO	a (m)	h (m)	b (m)	H (m)	c (m)	V (Exc) (m3)	V (Horm.) (m3)
1	C-4500-10	Normal	Monobloque	0,92	2,3				1,95	2,12
2	C-1000-14	Normal	Monobloque	1,01	1,72				1,75	1,95
3	C-1000-12	Normal	Monobloque	0,92	1,69				1,43	1,6
4	C-2000-10	Normal	Monobloque	0,9	1,91				1,55	1,71
5	C-2000-10	Normal	Monobloque	0,9	1,91				1,55	1,71
6	C-2000-14	Normal	Monobloque	1,05	2,01				2,22	2,44
7	C-1000-10	Normal	Monobloque	0,85	1,63				1,18	1,32
8	C-4500-10	Normal	Monobloque	0,92	2,3				1,95	2,12

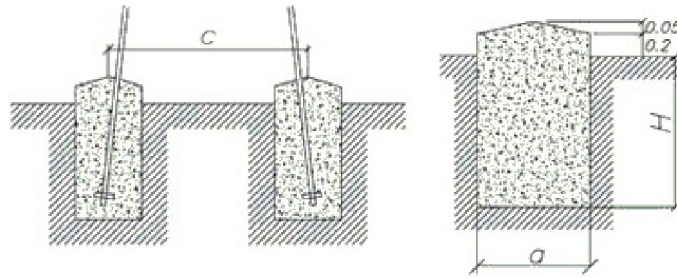
Línea de A.T.

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
 Código de validación telemática FV\F7RYQK3BJRJB. Comprobación: <https://cotitolelo.e-gestion.es/validacion.aspx?CVT=FV\F7RYQK3BJRJB>

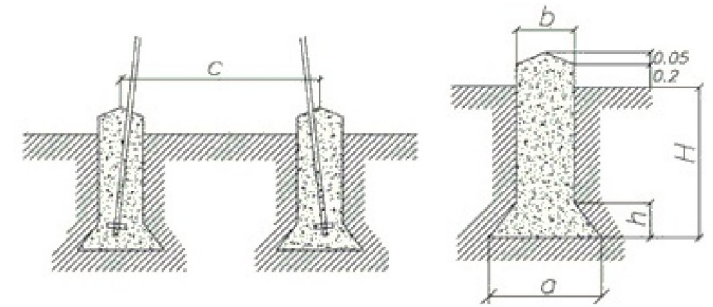
Cimentación monobloque



Cimentación tetrabloque cuadrada recta



Cimentación tetrabloque circular o cuadrada con cueva



VISADO

COITI



Programa de cálculo y gestión de líneas aéreas de A.T.

TOLEDO

192947-A10

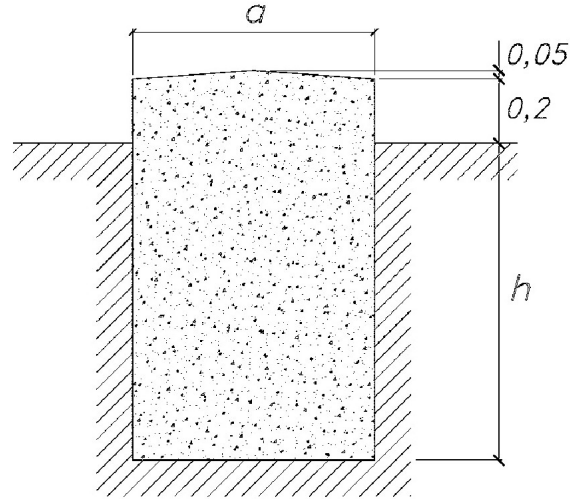
Version 16.0, 11/2023



Apoyo nº: 1  
Función: FL  
Armado: T  
Denominación: C-4500-10

PROYECTO  
Línea de A.T.

### CIMENTACIONES



CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm3	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm3	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm3
a (m)	0,92	0,92	0,92
H (m)	2,54	2,3	2,14
V ex Total (m3)	2,15	1,95	1,81

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática: EY5EA7RYQK3BJB. Comprobación: [https://cotitoledo.es/gestion\\_es/validacion.asp?2CVT=EY5EA7RYQK3BJB](https://cotitoledo.es/gestion_es/validacion.asp?2CVT=EY5EA7RYQK3BJB)

VISADO

COITI



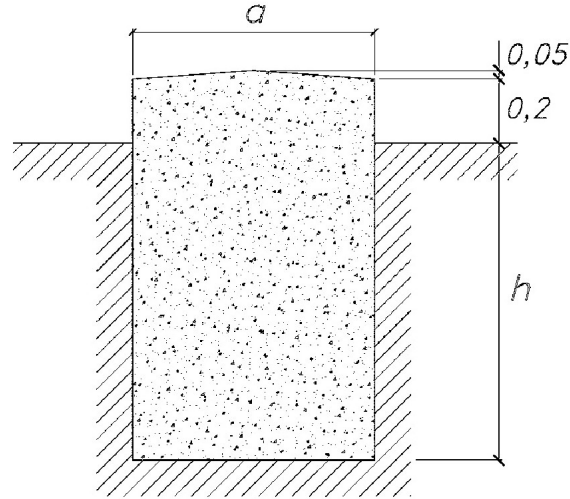
PROGRAMA DE CÁLCULO Y GESTIÓN DE LÍNEAS AÉREAS DE A.T.

**IMEDEXSA**  
INDUSTRIAS MECÁNICAS DE EXTREMADURA, S.A.

Apoyo nº: 2  
Función: AL-SU  
Armado: B  
Denominación: C-1000-14

**PROYECTO**  
Línea de A.T.

### CIMENTACIONES



CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm <sup>3</sup>	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm <sup>3</sup>	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm <sup>3</sup>
a (m)	1,01	1,01	1,01
H (m)	1,9	1,72	1,61
V ex Total (m <sup>3</sup> )	1,94	1,75	1,64

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática: EY5EA7RYQK3B.IB. Comprobación: <https://coti.toledo.es/validacion.asp?CVT=EY5EA7RYQK3B.IB.IB>

VISADO

COITI



Programa de cálculo y gestión de líneas aéreas de A.T.

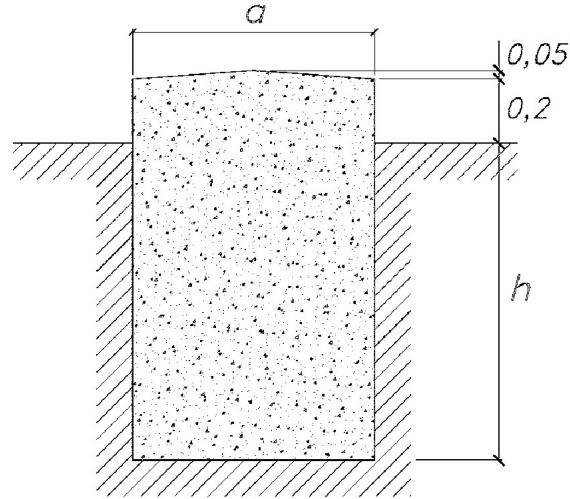
**IMEDEXSA**  
INDUSTRIAS MECÁNICAS DE EXTREMADURA, S.A.

Apoyo nº: 3  
Función: AL-SU  
Armado: B  
Denominación: C-1000-12

**PROYECTO**  
Línea de A.T.

### CIMENTACIONES

Version 16.0, 11/2023



CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm3	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm3	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm3
a (m)	0,92	0,92	0,92
H (m)	1,86	1,69	1,57
V ex Total (m3)	1,57	1,43	1,33

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática: EY5EA7RYQK3B.IB. Comprobación: <https://coiti.toledo.es/validacion.asp?CVT=EY5EA7RYQK3B.IB.IB>

VISADO

COITI



Programa de cálculo y gestión de líneas aéreas de A.T.

TOLEDO

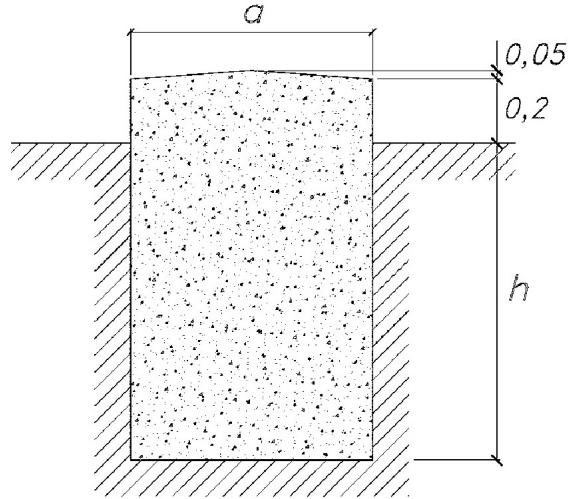
192947-A10

Version 16.0, 11/2023

Apoyo nº: 4  
Función: AN-AM  
Armado: T  
Denominación: C-2000-10

PROYECTO  
Línea de A.T.

### CIMENTACIONES



CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm3	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm3	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm3
a (m)	0,9	0,9	0,9
H (m)	2,11	1,91	1,78
V ex Total (m3)	1,71	1,55	1,44

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática: EY5EA7RYQK3B.IB. Comprobación: <https://coitiledo.e.gestion.es/validacion.asp?2CVT=EY5EA7RYQK3B.IB.IB>

VISADO

COITI



Programa de cálculo y gestión  
de líneas aéreas de A.T.

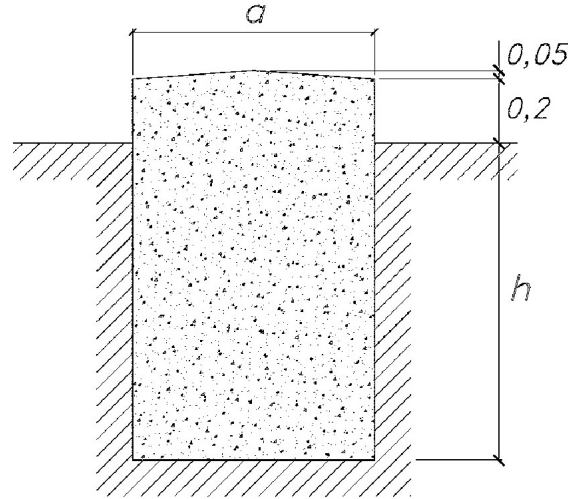
192947-A10

Version 16.0, 11/2023

Apoyo nº: 5  
Función: AN-AM  
Armado: T  
Denominación: C-2000-10

PROYECTO  
Línea de A.T.

### CIMENTACIONES



CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm3	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm3	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm3
a (m)	0,9	0,9	0,9
H (m)	2,11	1,91	1,78
V ex Total (m3)	1,71	1,55	1,44

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática: EY5EA7RYQK3B.IB. Comprobación: [https://coiti.toledo.es/gestion\\_es/validacion.asp?2CVT=EY5EA7RYQK3B.IB.IB](https://coiti.toledo.es/gestion_es/validacion.asp?2CVT=EY5EA7RYQK3B.IB.IB)

VISADO

COITI



Programa de cálculo y gestión  
de líneas aéreas de A.T.

TOLEDO

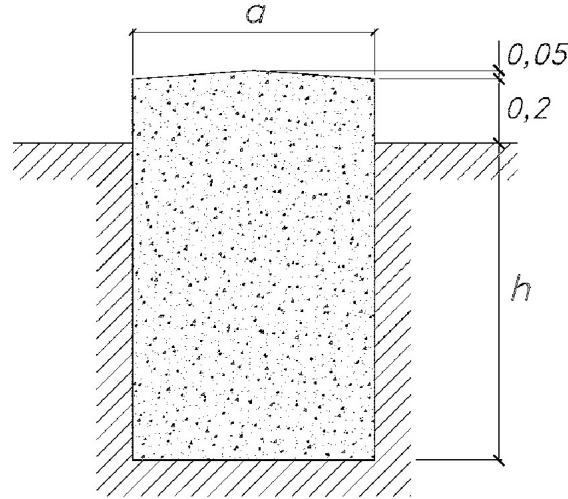
192947-A10

Version 16.0, 11/2023

Apoyo nº: 6  
Función: AN-AM  
Armado: T  
Denominación: C-2000-14

PROYECTO  
Línea de A.T.

### CIMENTACIONES



CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm <sup>3</sup>	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm <sup>3</sup>	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm <sup>3</sup>
a (m)	1,05	1,05	1,05
H (m)	2,22	2,01	1,88
V ex Total (m <sup>3</sup> )	2,45	2,22	2,07

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática: EY5EA7RYQK3B.IB. Comprobación: <https://cotitoledo.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=EY5EA7RYQK3B.IB.IB>



VISADO

COITI



Programa de cálculo y gestión  
de líneas aéreas de A.T.

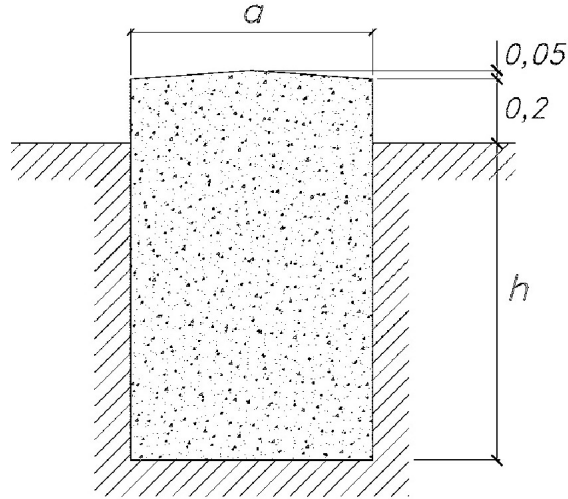
192947-A10

Version 16.0, 11/2023

Apoyo nº: 7  
Función: AL-SU  
Armado: B  
Denominación: C-1000-10

PROYECTO  
Línea de A.T.

### CIMENTACIONES



CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm <sup>3</sup>	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm <sup>3</sup>	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm <sup>3</sup>
a (m)	0,85	0,85	0,85
H (m)	1,8	1,63	1,52
V ex Total (m <sup>3</sup> )	1,3	1,18	1,1

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática: EY5EA7RYQK3B.IB. Comprobación: [https://cotitoledo.es/gestion\\_es/validacion.asp?2CVT=EY5EA7RYQK3B.IB.IB](https://cotitoledo.es/gestion_es/validacion.asp?2CVT=EY5EA7RYQK3B.IB.IB)

VISADO

COITI



Apoyo nº: 8  
Función: FL  
Armado: T  
Denominación: C-4500-10

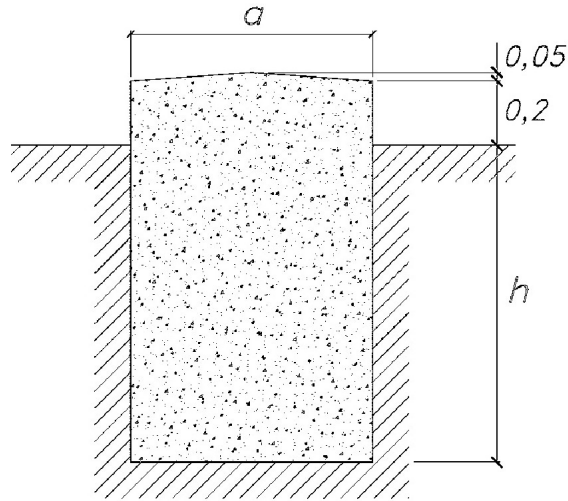
PROYECTO  
Línea de A.T.

Programa de cálculo y gestión  
de líneas aéreas de A.T.

192947-A10

Version 16.0, 11/2023

### CIMENTACIONES



CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm <sup>3</sup>	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm <sup>3</sup>	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm <sup>3</sup>
a (m)	0,92	0,92	0,92
H (m)	2,54	2,3	2,14
V ex Total (m <sup>3</sup> )	2,15	1,95	1,81

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática: EY5EA7RYQK3BJB. Comprobación: [https://cotitoledo.es/gestion\\_es/validacion.asp?2CVT=EY5EA7RYQK3BJB](https://cotitoledo.es/gestion_es/validacion.asp?2CVT=EY5EA7RYQK3BJB)



## CÁLCULOS ELÉCTRICOS POR CIRCUITO

Cálculos eléctricos	Valores
TENSIÓN DE LA LÍNEA (kV)	20
RESISTENCIA DE LA LÍNEA (Ohmios)	0,2495
REACTANCIA INDUCTIVA MEDIA (Ohmios/Km)	0,3638
REACTANCIA INDUCTIVA MEDIA DE LA LÍNEA (Ohmios)	0,2961
CAPACIDAD MEDIA	0,0101
TENSIÓN CRÍTICA DISRUPTIVA A 15 °C Y AMBIENTE HÚMEDO (kV)	52
PÉRDIDAS DE POTENCIA POR EFECTO CORONA (kW/km fase)	---
DENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (A/mm <sup>2</sup> )	2,7302
INTENSIDAD MÁXIMA (A)	317,2443
POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR (kW)	10527
CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA (V)	178,0663
CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA (%)	0,8903
MÁXIMA POTENCIA PERDIDA (kW)	75,3464
MÁXIMA POTENCIA PERDIDA (%)	0,7157
RENDIMIENTO DE LA LÍNEA (%)	99,2843

PROYECTO: Línea de A.T.

BOYSER SOLAR,  
S.L.

Titulo doc.

ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA  
TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA  
FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON  
NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE  
30/12/2019

Versión

Rev03

Fecha:

10-12-2025

## 7.1. Calculos de la línea subterránea MT

### 7.1.1. Criterio térmico

#### Tramo que transcurre desde el centro de seccionamiento (CS) al apoyo 1:

En la planta, existe un tramo de longitud pequeña (30 m) donde coexiste un circuito que va desde el centro de seccionamiento (CS) hasta el apoyo 1. La corriente nominal de los circuitos de media tensión y corriente alterna es:

$$I_L = \frac{3.250 * 2}{\sqrt{3} * 20.000} * 1000 = 187,64 \text{ A}$$

Condiciones en las que se encuentra la instalación:

Temperatura del terreno (°C)	25
Temperatura de cálculo (°C)	90
Resistividad térmica del terreno (mK/W)	1,5
Profundidad zanja (m)	1
Distancia entre circuitos en ancho (m)	0,20
Material del conductor	Al
Número de circuitos en ancho	1
Número de circuitos en profundidad	1

La resistividad del terreno y su temperatura se ha obtenido con el Anexo III Estudio Geotécnico. Por otra parte, todas las siguientes condiciones se han basado en nuestra propuesta de zanja para este proyecto, siendo: la profundidad de zanja, material de conductor, distancia entre circuitos en ancho, número de circuitos en ancho y número de circuitos en profundidad. Finalmente, la temperatura de cálculo en función de la norma IEC-60502-2.

Factores de corrección y corriente admisible corregida para cada sección:

VISADO  
COITI



TOLEDO

192947-A10

FV5FA7RYQK3BJRJB

BOYSER SOLAR, S.L.	ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019		
Título doc.		Versión	Rev03
		Fecha:	10-12-2025

Sección (mm <sup>2</sup> )	Iz (A)	IA (A)	KTT	KRT	KN	KP
500	643,65	540	0,96	1,28	1	0,97
400	560,21	470	0,96	1,28	1	0,97
300	488,69	410	0,96	1,28	1	0,97
240	435,06	365	0,96	1,28	1	0,97
185	375,46	315	0,96	1,28	1	0,97
150	327,78	275	0,96	1,28	1	0,97
120	292,02	245	0,96	1,28	1	0,97
95	256,27	215	0,96	1,28	1	0,97
70	214,55	180	0,96	1,28	1	0,97
50	172,83	145	0,96	1,28	1	0,97

Como vemos, la sección mínima admisible que permite el criterio térmico sería de 70mm<sup>2</sup>, ya que Iz para dicha sección es mayor que la corriente de línea (IL) calculada en nuestro circuito. Debido a los estándares de interconexión que tiene la compañía distribuidora en la zona (Iberdrola) que se establecen en la norma interna NI 56.37.01, **se ha seleccionado una sección de cable de 240mm<sup>2</sup>** para todo el entramado de media tensión. Con esta sección de cable se cumple con creces el criterio térmico.

#### Tramo que transcurre desde el apoyo 8 a la entrada a la subestación:

En la planta, existe un tramo de longitud pequeña (30,9 m + 85 m de entrada a la SET) donde coexiste un circuito que va desde el apoyo 8 hasta la subestación.

La corriente nominal de los circuitos de media tensión y corriente alterna es:

$$I_L = \frac{3.250 * 2}{\sqrt{3} * 20.000} * 1000 = 187,64 \text{ A}$$

**VISADO**  
COITI

TOLEDO

192947-A10

FV5FA7RYQK3BJRJB

BOYSER SOLAR, S.L.	ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019		
Título doc.		Versión	Rev03
		Fecha:	10-12-2025

Tramo	S (kVA)	U (V)	IL (A)
APOYO 8 – SUBESTACIÓN	6.500	20.000	187,64

Condiciones en las que se encuentra la instalación:

Temperatura del terreno (°C)	25
Temperatura de cálculo (°C)	90
Resistividad térmica del terreno (mK/W)	1,5
Profundidad zanja (m)	1
Distancia entre circuitos en ancho (m)	0,20
Material del conductor	Al
Número de circuitos en ancho	1
Número de circuitos en profundidad	1

La resistividad del terreno y su temperatura se ha obtenido con el Anexo III Estudio Geotécnico. Por otra parte, todas las siguientes condiciones se han basado en nuestra propuesta de zanja para este proyecto, siendo: la profundidad de zanja, material de conductor, distancia entre circuitos en ancho, número de circuitos en ancho y número de circuitos en profundidad. Finalmente, la temperatura de cálculo en función de la norma IEC-60502-2.

Factores de corrección y corriente admisible corregida para cada sección:

Sección (mm <sup>2</sup> )	Iz (A)	IA (A)	KTT	KRT	KN	KP
500	643,65	540	0,96	1,28	1	0,97
400	560,21	470	0,96	1,28	1	0,97
300	488,69	410	0,96	1,28	1	0,97

VISADO  
COITI



TOLEDO

192947-A10

BOYSER SOLAR, S.L.	ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019		
Título doc.		Versión	Rev03
		Fecha:	10-12-2025

240	435,06	365	0,96	1,28	1	0,97
185	375,46	315	0,96	1,28	1	0,97
150	327,78	275	0,96	1,28	1	0,97
120	292,02	245	0,96	1,28	1	0,97
95	256,27	215	0,96	1,28	1	0,97
70	214,55	180	0,96	1,28	1	0,97
50	172,83	145	0,96	1,28	1	0,97

Como vemos, la sección mínima admisible que permite el criterio térmico sería de 70mm<sup>2</sup>, ya que Iz para dicha sección es mayor que la corriente de línea (IL) calculada en nuestro circuito. Debido a los estándares de interconexión que tiene la compañía distribuidora en la zona (Iberdrola) que se establecen en la norma interna NI 56.37.01, **se ha seleccionado una sección de cable de 240mm<sup>2</sup> para todo el entramado de media tensión.** Con esta sección de cable se cumple con creces el criterio térmico.

#### 7.1.2. Criterio de caída de tensión

La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto del funcionamiento de los receptores alimentados por el cable. Este criterio suele ser determinante cuando las líneas son de larga longitud, siendo en este caso lo suficientemente pequeña para que no sea un factor de elección de sección determinante.

La conexión de la instalación se conecta a la red de IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A.U. en una de las celdas de la subestación Huelves. El centro de transformación tiene una relación de tensiones de 0.8/20 kV. Como los cables de media tensión tienen una tensión de 20kV, esta será la tensión de referencia para el cálculo de caída de tensión porcentual.

En primer lugar, se calcula la intensidad:



BOYSER SOLAR, S.L.	ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019		
Titulo doc.		Versión	Rev03
		Fecha:	10-12-2025

$$I_L = \frac{3.250}{\sqrt{3} * 20.000} * 1000 = 93,82 \text{ A}$$

A continuación, se calcula la caída de tensión reglamentaria siendo:

$$E = \frac{0.5}{100} * 20.000 = 100 \text{ V}$$

Por otro lado, la resistividad del aluminio (Al) a 90 °C es de  $3,67 * 10^{-8} \Omega \cdot m$ . Con este valor, es posible calcular la resistencia de cada tramo de cable utilizando la siguiente fórmula, que consiste en multiplicar la resistividad por la longitud del cable y dividir el resultado por la sección transversal del conductor.

$$R = \frac{\rho * L}{S} (\Omega)$$

	I BUS	kV nom.	#Inverters	Section cable	Long. Cable	Circ. Resist	R·I <sup>2</sup> Losses	Voltage drop
<b>CT1-CT2</b>	93.82	20	9	240	709	0.11	2806.53	0.102%
<b>CT2-CS</b>	187.64	20	18	240	266	0.04	4211.82	0.077%
<b>CS-A1.</b>	187.64	20	18	240	30	0.00	475.02	0.009%
<b>A8-SET</b>	187.64	20	18	240	115.90	0.02	1835.15	0.033%

Finalmente, se verifica que con una sección de 240 mm<sup>2</sup>, la caída de tensión no supera el 0,5%, cumpliendo así con el criterio de caída de tensión.




**VISADO**  
COITI



**TOLEDO**  
192947-A10

FV5FA7RYQK3BJRJB

BOYSER SOLAR, S.L.	ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019		
Título doc.		Versión	Rev03
		Fecha:	10-12-2025

**8. Descripción de la zanja de los tramos subterráneos**

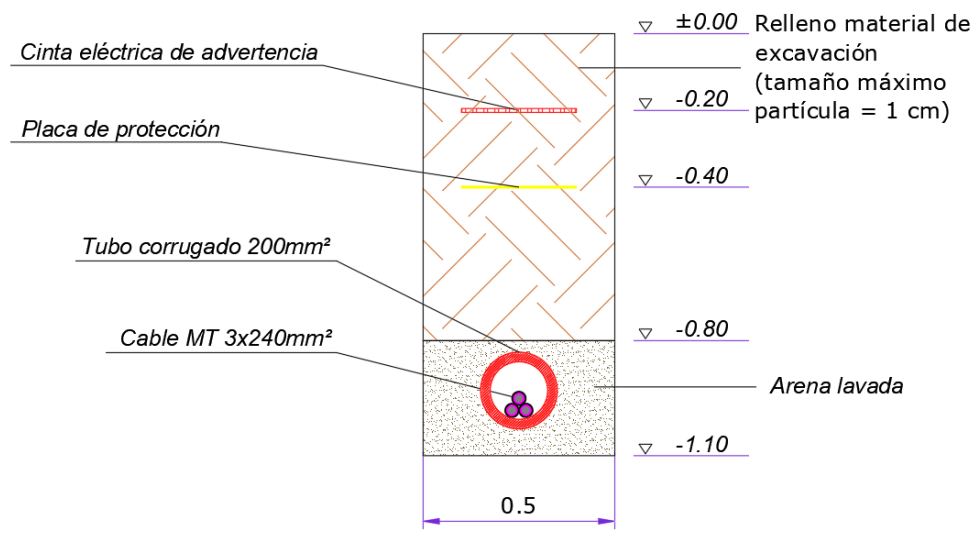
El tendido de los cables se realizará sobre un lecho de arena de río lavada o material equivalente carente de elementos extraños de 5 cm de espesor sobre la que se dispondrá un tubo corrugado de Ø200mm para la línea, y se cubrirá con la misma arena.

Por encima de la capa de arena se procederá al relleno y compactado del resto de la zanja empleándose para ello el tipo de tierra (extraída de la excavación y seleccionada de forma que no lleve cuerpos extraños ni piedras) y las tongadas adecuadas (generalmente de 25 – 30 cm) para conseguir un Proctor de 95%.


Se colocará una cinta de señalización, de color amarillo – naranja vivo que advierta de la existencia de cables a 20cm del nivel del suelo y una placa de protección amarilla para señalar los cables de media tensión a 40 cm del suelo.

El suelo de la zanja deberá ser nivelado cuidadosamente después de esparcir una delgada capa de arena de forma que permita la conexión correcta de los tubos.

El detalle de la zanja se muestra a continuación:





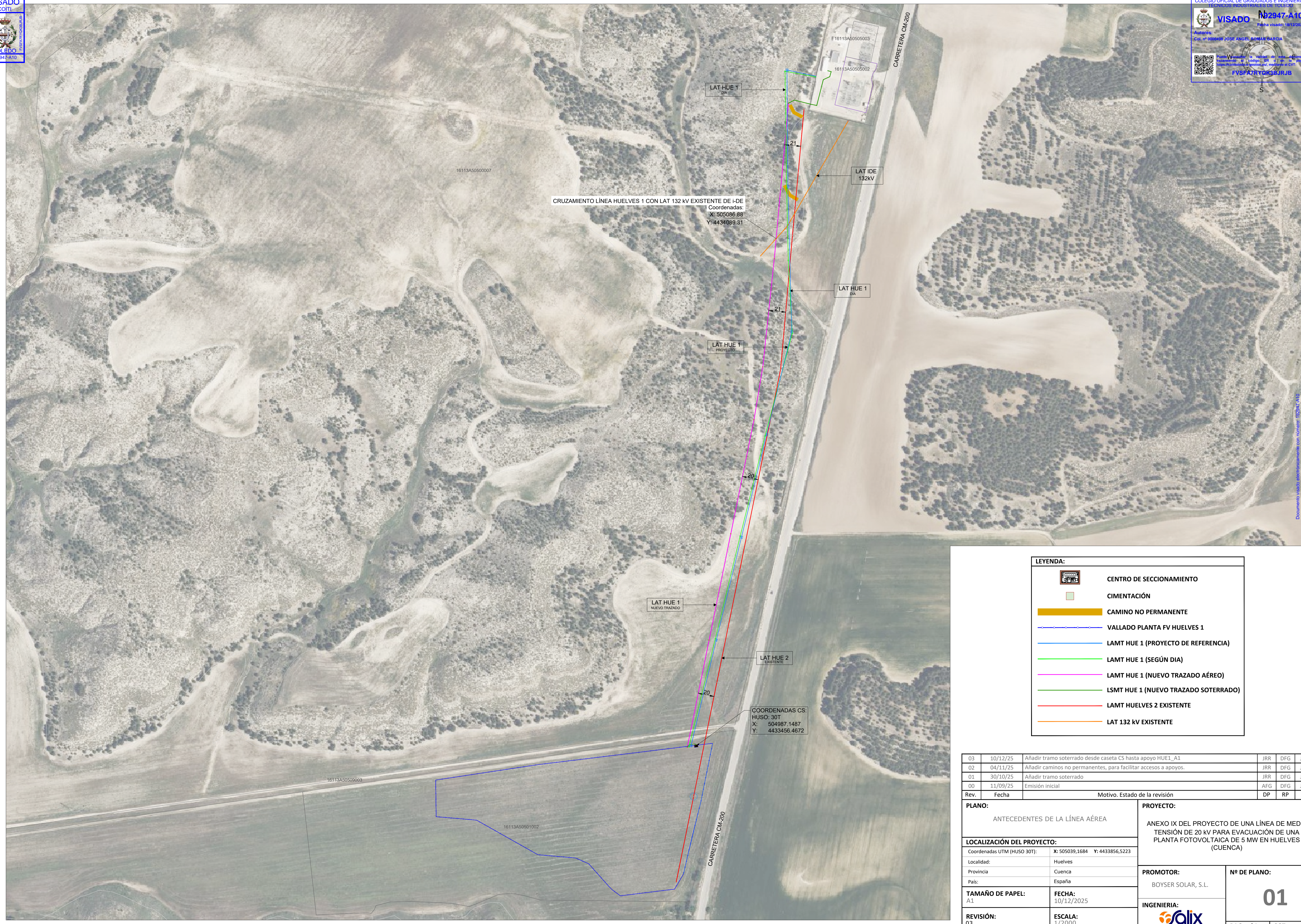
BOYSER SOLAR, S.L.	ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019		
Título doc.		Versión	Rev03
		Fecha:	10-12-2025

## g. Planos









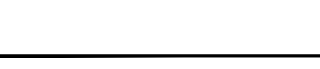

Los siguientes planos del proyecto, se ven modificados debido al cambio de trazado de la línea aérea de evacuación:

- Plano nº 2: Línea MT, que se sustituye por el siguiente plano Nº2 Nuevo trazado línea MT.
- Plano nº3: Línea MT. Detalles, que se sustituye por el siguiente plano Nº 2. Pag. 2 Perfil línea aérea MT.

Además, se incluye un plano nuevo (Nº1) para indicar el trazado proyectado en el proyecto de referencia y el nuevo trazado propuesto en este anexo.



**LEYENDA:**

-  CENTRO DE SECCIONAMIENTO
-  CIMENTACIÓN
-  CAMINO NO PERMANENTE
-  VALLADO PLANTA FV HUELVES 1
-  LAMT HUE 1 (PROYECTO DE REFERENCIA)
-  LAMT HUE 1 (SEGUN DIA)
-  LAMT HUE 1 (NUEVO TRAZADO AEREO)
-  LSMT HUE 1 (NUEVO TRAZADO SOTERRADO)
-  LAMT HUELVES 2 EXISTENTE
-  LAT 132 KV EXISTENTE

03	10/12/25	Añadir tramo soterrado desde caseta CS hasta apoyo HUE1_A1	JRR	DFG	JAR
02	04/11/25	Añadir caminos no permanentes, para facilitar accesos a apoyos.	JRR	DFG	JAR
01	30/10/25	Añadir tramo soterrado	JRR	DFG	JAR
00	11/09/25	Emisión inicial	AFG	DFG	JAR
Rev.	Fecha	Motivo. Estado de la revisión	DP	RP	AP

<b>PLANO:</b> ANTECEDENTES DE LA LÍNEA AÉREA		<b>PROYECTO:</b> ANEXO IX DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 KV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA)	
<b>LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:</b>			
Coordenadas UTM (HUSO 30T): X: 505039,1684 Y: 4433856,5223		Localidad: Huelves	
Provincia: Cuenca		País: España	
<b>TAMAÑO DE PAPEL:</b> A1		<b>FECHA:</b> 10/12/2025	
<b>REVISIÓN:</b> 03		<b>ESCALA:</b> 1/2000	
<b>PROMOTOR:</b> BOYSER SOLAR, S.L.		<b>Nº DE PLANO:</b> <b>01</b>	
<b>INGENIERIA:</b> 		<b>PAG.:</b> 01 <b>SGT.:</b> --	

Documento visado electrónicamente con número: 182947-A10  
Colegio de evaluación electrónica: FV5FATYK3BJJB



Apoyo	Denominación Torre	Coordenadas X	Coordenadas Y
A1	C-4500-10	504976,0001	4433454,756
A2	C-1000-14	505003,2258	4433588,249
A3	C-1000-12	505030,3140	4433721,153
A4	C-3000-10	505059,2863	4433863,398
A5	C-2000-10	505070,2333	4433929,270
A6	C-2000-14	505084,6250	4434064,313
A7	C-1000-10	505092,4302	4434150,492
A8	C-4500-10	505102,3367	4434258,289

**LEYENDA:**

- CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- CIMENTACIÓN APOYOS
- CAMINO NO PERMANENTE
- VALLADO PLANTA FV
- LÍMITES DE PARCELAS
- LAME HUE 1 (NUEVO TRAZADO AÉREO)
- LSMT HUE 1 (NUEVO TRAZADO SOTERRADO)

**NOTA:** cotas en metros.

03	10/12/25	Añadir tramo soterrado desde caseta CS hasta apoyo HUE1_A1. Indicar paralelismo.	JRR	DFG	JAR
02	04/11/25	Añadir caminos no permanentes, para facilitar accesos a apoyos.	JRR	DFG	JAR
01	30/10/25	Añadir tramo soterrado	JRR	DFG	JAR
00	09/09/25	Emisión inicial	AFG	DFG	JAR
Rev.	Fecha	Motivo. Estado de la revisión	DP	RP	AP

**PLANO:** NUEVO TRAZADO LÍNEA MT

**PROYECTO:** ANEXO IX DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 KV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA)

**LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:**  
 Coordenadas UTM (HUSO 30T): X: 505039,1684 Y: 4433856,5223  
 Localidad: Huelves  
 Provincia: Cuenca  
 País: España

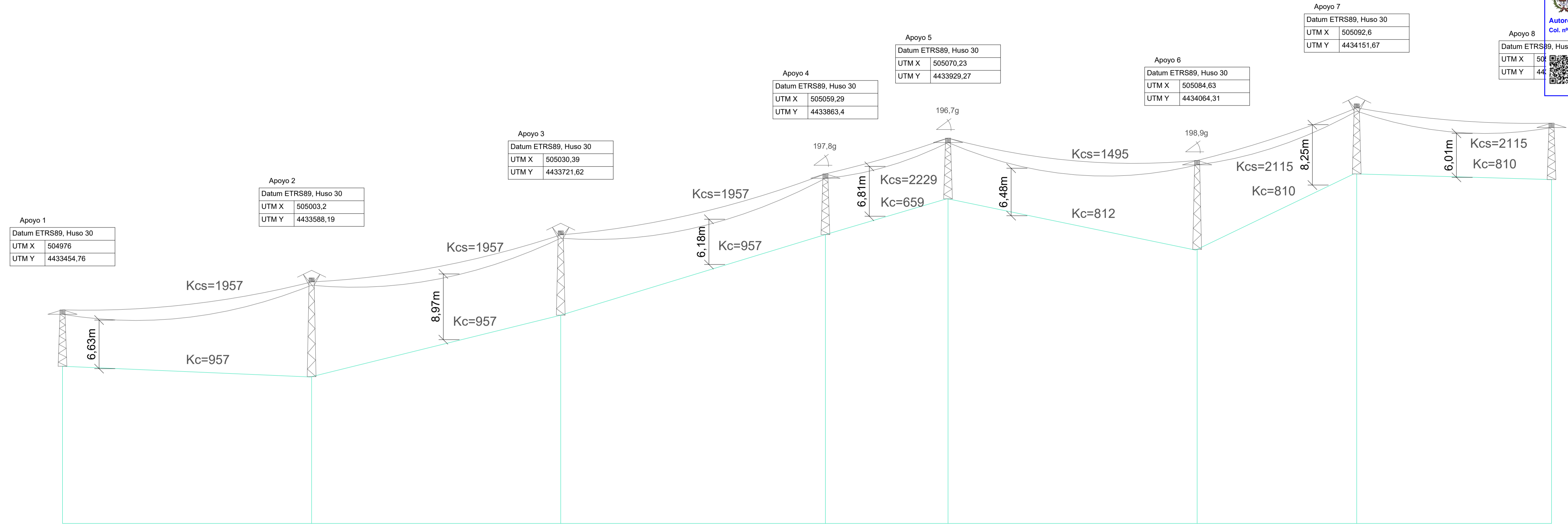
**PROMOTOR:** BOYSER SOLAR, S.L. **Nº DE PLANO:** 02

**TAMAÑO DE PAPEL:** A1 **FECHA:** 10/12/2025

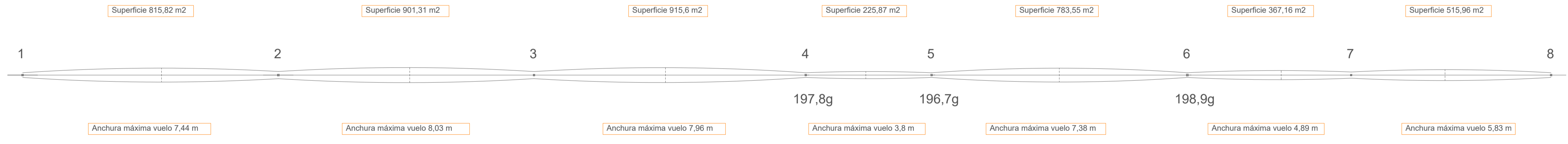
**REVISIÓN:** 03 **ESCALA:** 1/2000

**INGENIERIA:** **PAG.:** 01 **SGT.:** 02

Documento visado electrónicamente con número: 182947-A10  
Colegio de relación telemática P32AFVPC03A1A. Comprobado: https://relacione-gestion.ayuntamientocv.com/P32AFVPC03A1A



Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	1	136.17	2	136.17	3	144.68	4	67.02	5	136.17	6	87.23	7	106.47	8
Cota Terreno (m)	759.00		757.58		765.98		776.98		781.86		774.96		785.26		784.49
Distancia Parcial (m)	0.00		136.17		136.17		144.68		67.02		136.17		87.23		106.47
Distancia Origen (m)	0.00		136.17		272.34		417.02		484.04		620.21		707.45		813.92
Función de Apoyo	FL		AL_SU		AL_SU		AN_AM (197,8g)		AN_AM (196,7g)		AN_AM (198,9g)		AL_SU		FL
Serie Apoyo	C-4500-10		C-1000-14		C-1000-12		C-2000-10		C-2000-10		C-2000-14		C-1000-10		C-4500-10
Armado (m)	T1		B1		B1		T1		T1		T1		B1		T1
Altura Útil Cruceta Inferior (m)	7,1 (Normal/K=12)		12,98 (Normal/K=12)		11,01 (Normal/K=12)		7,69 (Normal/K=12)		7,69 (Normal/K=12)		11,54 (Normal/K=12)		9,07 (Normal/K=12)		7,1 (Normal/K=12)
Tipo de cimentación	Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque
Datos Cimentación (m)	a=0,92/h=2,3		a=1,01/h=1,72		a=0,92/h=1,69		a=0,9/h=1,91		a=0,9/h=1,91		a=1,05/h=2,01		a=0,85/h=1,63		a=0,92/h=2,3



Cond. F. LA-110 94-AL1/22-ST1A Apoyo 1 - Apoyo 2		
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	806Kg	1,25m
0°C	753Kg	1,33m
5°C	704Kg	1,43m
10°C	660Kg	1,52m
15°C	620Kg	1,62m
20°C	583Kg	1,72m
25°C	550Kg	1,82m
30°C	521Kg	1,93m
35°C	495Kg	2,03m
40°C	471Kg	2,13m
45°C	449Kg	2,24m
50°C	430Kg	2,34m

Cond. F. LA-110 94-AL1/22-ST1A Apoyo 2 - Apoyo 3		
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	806Kg	1,25m
0°C	753Kg	1,33m
5°C	704Kg	1,43m
10°C	660Kg	1,52m
15°C	620Kg	1,62m
20°C	583Kg	1,72m
25°C	550Kg	1,82m
30°C	521Kg	1,93m
35°C	495Kg	2,03m
40°C	471Kg	2,13m
45°C	449Kg	2,23m
50°C	430Kg	2,33m

Cond. F. LA-110 94-AL1/22-ST1A Apoyo 3 - Apoyo 4		
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	806Kg	1,41m
0°C	753Kg	1,51m
5°C	704Kg	1,61m
10°C	660Kg	1,72m
15°C	620Kg	1,83m
20°C	583Kg	1,94m
25°C	550Kg	2,08m
30°C	521Kg	2,18m
35°C	495Kg	2,29m
40°C	471Kg	2,41m
45°C	449Kg	2,52m
50°C	430Kg	2,64m



Cond. F. LA-110 94-AL1/22-ST1A Apoyo 4 - Apoyo 5		
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	881Kg	0,28m
0°C	805Kg	0,3m
5°C	731Kg	0,33m
10°C	660Kg	0,37m
15°C	593Kg	0,41m
20°C	532Kg	0,46m
25°C	476Kg	0,51m
30°C	427Kg	0,57m
35°C	385Kg	0,63m
40°C	349Kg	0,7m
45°C	319Kg	0,76m
50°C	293Kg	0,83m

Cond. F. LA-110 94-AL1/22-ST1A Apoyo 5 - Apoyo 6		
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	643Kg	1,56m
0°C	603Kg	1,66m
5°C	568Kg	1,77m
10°C	536Kg	1,87m
15°C	507Kg	1,98m
20°C	481Kg	2,09m
25°C	458Kg	2,19m
30°C	437Kg	2,3m
35°C	419Kg	2,4m
40°C	402Kg	2,5m
45°C	386Kg	2,6m
50°C	372Kg	2,7m

Cond. F. LA-110 94-AL1/22-ST1A Apoyo 6 - Apoyo 7		
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	872Kg	0,47m
0°C	804Kg	0,51m
5°C	739Kg	0,56m
10°C	679Kg	0,61m
15°C	623Kg	0,66m
20°C	573Kg	0,72m
25°C	527Kg	0,78m
30°C	487Kg	0,85m
35°C	452Kg	0,91m
40°C	421Kg	0,98m
45°C	394Kg	1,05m
50°C	370Kg	1,11m

Cond. F. LA-110 94-AL1/22-ST1A Apoyo 7 - Apoyo 8		
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	872Kg	0,7m
0°C	804Kg	0,76m
5°C	739Kg	0,83m
10°C	679Kg	0,9m
15°C	623Kg	0,98m
20°C	573Kg	1,07m
25°C	527Kg	1,16m
30°C	487Kg	1,26m
35°C	452Kg	1,36m
40°C	421Kg	1,46m
45°C	394Kg	1,56m
50°C	370Kg	1,66m

03	10/12/25	Añadir tramo soterrado desde caseta CS hasta apoyo HUE1_A1. Indicar paralelismo.	JRR	DFG	JAR
02	04/11/25	Añadir caminos no permanentes, para facilitar accesos a apoyos.	JRR	DFG	JAR
01	30/10/25	Añadir tramo soterrado	JRR	DFG	JAR
00	09/09/25	Emisión inicial	AFG	DFG	JAR
Rev.	Fecha	Motivo. Estado de la revisión	DP	RP	AP
<b>PLANO:</b> PERFIL LÍNEA AÉREA MT			<b>PROYECTO:</b> ANEXO IX DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA)		
<b>LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:</b> Coordenadas UTM (HUSO 30T): X: 505039,1684 Y: 4433856,5223 Localidad: Huelves Provincia: Cuenca País: España			<b>PROMOTOR:</b> BOYSER SOLAR, S.L.		
<b>TAMAÑO DE PAPEL:</b> A1			<b>FECHA:</b> 10/12/2025		
<b>REVISIÓN:</b> 03			<b>ESCALA:</b> S/E		
			<b>Nº DE PLANO:</b> <b>02</b>		
			<b>PAG.:</b> 02		
			<b>SGT.:</b> 02		

<b>VISADO</b> <b>COITI</b>  <b>TOLEDO</b> 192947-A10	BOYSER SOLAR, S.L.	ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE 30/12/2019		
	Título doc.		Versión	Rev03
			Fecha:	10-12-2025

## 10. Conclusión

Como conclusión podemos afirmar que los cambios del trazado de la línea aérea no tienen ningún impacto sobre la instalación.



José Ángel Román García  
Ingeniero Técnico Industrial  
Col. 498 COGITI TOLEDO

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática FVSFA7RYQK3BJRJB. Comprobación: <https://coititoledo.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=FVSFA7RYQK3BJRJB>

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE TOLEDO

**VISADO** **192947-A10**  
Fecha visado: 18/12/2025

**Autores:**  
Col. nº 0000498 JOSE ANGEL ROMAN GARCIA

Puede consultar la validez de este documento escaneando el código QR o en la página <https://coititoledo.e-gestion.es/>, mediante el CVT:

**FVSFA7RYQK3BJRJB**



VISADO  
COITI



TOLEDO

192947-A10

FV5FA7RYQK3BJRJB

BOYSER SOLAR,  
S.L.

Titulo doc.

ANEXO X DEL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE MEDIA  
TENSIÓN DE 20 kV PARA EVACUACIÓN DE UNA PLANTA  
FOTOVOLTAICA DE 5 MW EN HUELVES (CUENCA) CON  
NÚMERO DE VISADO 192947 Y FECHA DE VISADO DE  
30/12/2019



Versión

Rev03

Fecha:

10-12-2025

## 11. ANEXOS

VISADO

COITI

Top Cable



TOLEDO

192947-A10

# X-VOLT® AL (-OL) HEPRZ1

Cable de Media Tensión de aluminio con aislamiento de HEPR.

NORMA DE REFERENCIA: UNE-HD 620-9E (tipo 9E-1) / NI 56.43.01



100% Green Energy  
Cable Production



## F<sub>ca</sub>

## APLICACIÓN

X-VOLT® HEPRZ1 AL es un cable de aluminio de Media Tensión para la transmisión y distribución de electricidad.

## CONSTRUCCIÓN

### Conductor

Aluminio clase 2 según UNE-EN 60228 e IEC 60228.

### Pantalla semiconductor interna

Pantalla sobre el conductor, de material semiconductor termoestable.

### Aislamiento

Goma de etileno propileno de alto módulo (HEPR) tipo DIH-2 según HD 620-1, reticulado en catenaria en atmósfera seca, mediante un proceso de triple extrusión.

### Pantalla semiconductor externa

Pantalla sobre el aislamiento, de material semiconductor termoestable y pelable.

### Pantalla metálica

Corona de alambres de cobre y contraespira de cobre, con una sección mínima de 16 mm<sup>2</sup>.

### Separador

Cinta de poliéster que cubre completamente la pantalla para facilitar el pelado de la cubierta exterior.

Opcionalmente, sustituida por cinta higroscópica (cables con obturación longitudinal, tipo -OL).

### Cubierta

Poliolefina, tipo DMZ1 según HD 620-1.

Color rojo.

## CARACTERÍSTICAS



### Características eléctricas

Media Tensión: 12/20 (24) kV  
18/30 (36) kV



### Características térmicas

Temperatura máxima del conductor: 105°C.  
Temperatura máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).  
Temperatura mínima de servicio: -15°C.



### Características frente al fuego

Reacción al fuego CPR: F<sub>ca</sub> según EN 50575.  
Libre de halógenos según UNE-EN 60754-1 / IEC 60754-1.  
Baja emisión de gases corrosivos según UNE-EN 60754-2 / IEC 60754-2.



### Características mecánicas

Radio de curvatura: 15x diámetro exterior.  
Resistencia a abrasión.  
Resistencia al desgarro.



### Características medioambientales

Resistencia a los rayos ultravioleta según UNE 211605.



### Condiciones de instalación

Al aire.  
Enterrado.  
Entubado.

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática FVSFA7RYQK3BJRJB. Comprobación: <https://colitoleado.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=FVSFA7RYQK3BJRJB>

## NORMAS / CERTIFICACIONES



### Norma de referencia

UNE-HD 620-9E (tipo 9E-1) / NI 56.43.01



### Certificaciones

AENOR



### CPR (Reglamento de Productos de La Construcción)

F<sub>ca</sub>





VISADO

COITI

Top Cable

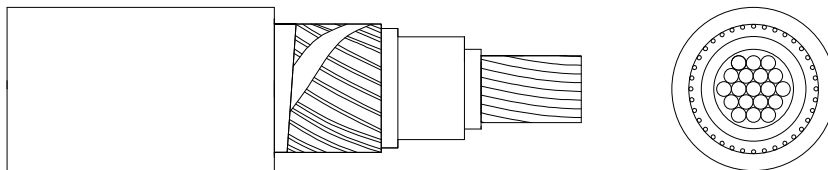


TOLEDO

192947-A10

# X-VOLT® AL (-OL) HEPRZ1

DIMENSIONES E INTENSIDADES ADMISIBLES



## X-VOLT® HEPRZ1 12/20 (24) kV

Sección (mm <sup>2</sup> )	Pantalla (mm <sup>2</sup> )	Diámetro Conductor (mm)	Diámetro Aislamiento (mm)	Diámetro Exterior (mm)	Peso (Kg/Km)	R <sub>20°C</sub> (Ω/km)	X (Ω/km)	C (μF/km)	Aire libre (A) <sup>1</sup>	Enterrado (A) <sup>2</sup>
1 x 50	H16	7,8	17,4	23,9	675	0,641	0,129	0,216	180	145
1 x 70 *	H16	11,1	20,3	26,7	860	0,443	0,126	0,258	225	180
1 x 95	H25	11,1	20,3	27,4	960	0,320	0,12	0,284	275	215
1 x 120 *	H16	12,7	21,9	29,1	1.005	0,253	0,117	0,307	320	245
1 x 150	H16	13,9	23,1	30,3	1.110	0,206	0,113	0,331	360	275
1 x 185 *	H16	15,5	25,1	32,3	1.270	0,164	0,109	0,366	415	315
1 x 240	H16	18,0	27,6	34,4	1.495	0,125	0,105	0,401	495	365
1 x 300 *	H16	20,1	29,7	37,0	1.695	0,100	0,098	0,428	565	410
1 x 300 *	H25	20,1	29,7	37,2	1.780	0,100	0,098	0,428	565	410
1 x 400	H16	22,8	32,6	40,3	2.035	0,0778	0,097	0,494	660	470
1 x 500 *	H16	26,3	36,4	43,6	2.390	0,0605	0,093	0,556	775	540
1 x 630	H16	29,8	39,6	46,8	2.855	0,0469	0,089	0,642	905	615
1 x 800 *	H16	34,0	44,3	52,5	3.620	0,0367	0,087	0,676	1.065	710
1 x 1000 *	H16	39,0	49,0	58,1	4.335	0,0291	0,084	0,762	1.230	805

\* Cable basado en UNE-HD 620-9E

<sup>1</sup> Tres cables unipolares al aire libre a 40°C de temperatura ambiente según UNE 211435.<sup>2</sup> Tres cables unipolares enterrados directamente a 1 m de profundidad con una resistividad térmica del suelo de 1,5 K-m/W y 25°C de temperatura del suelo según UNE 21143.

La reactancia (X) se calcula a 50 Hz y para tres cables unipolares (en formación de triángulo o trébol).

Los valores de capacitancia (C) se calculan en base a los datos dimensionales de los cables que figuran en esta especificación.

En todos los casos se supone circuito trifásico.

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática FV5FA7RYQK3BJRJB. Comprobación: <https://colitoledo.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=FV5FA7RYQK3BJRJB>

VISADO  
COITI

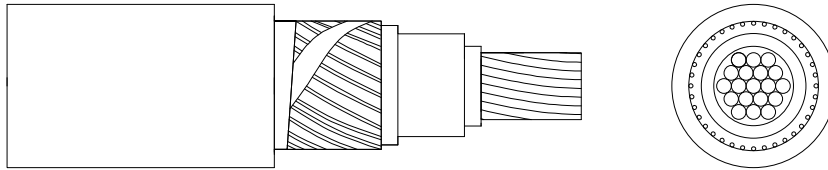
Top Cable



DIMENSIONES E INTENSIDADES ADMISIBLES

192947-A10

# X-VOLT® AL (-OL) HEPRZ1



## X-VOLT® HEPRZ1 18/30 (36) kV

Sección (mm <sup>2</sup> )	Pantalla (mm <sup>2</sup> )	Diámetro Conductor (mm)	Diámetro Aislamiento (mm)	Diámetro Exterior (mm)	Peso (Kg/Km)	R <sub>20°C</sub> (Ω/km)	X (Ω/km)	C (μF/km)	Aire libre (A) <sup>1</sup>	Enterrado (A) <sup>2</sup>
1 x 50	H16	7,8	24,0	30,9	985	0,641	0,146	0,147	180	145
1 x 50	H25	7,8	24,0	31,2	1.070	0,641	0,146	0,147	180	145
1 x 95	H16	11,1	25,3	32,5	1.140	0,320	0,131	0,204	275	215
1 x 150	H16	13,9	27,1	34,9	1.355	0,206	0,122	0,235	360	275
1 x 150	H25	13,9	27,1	35,2	1.440	0,206	0,122	0,235	360	275
1 x 240	H16	18,0	31,0	38,2	1.705	0,125	0,107	0,300	495	365
1 x 240	H25	18,0	31,0	38,5	1.785	0,125	0,107	0,300	495	365
1 x 300 *	H16	20,1	33,5	40,8	1.940	0,100	0,104	0,318	565	410
1 x 300 *	H25	20,1	33,5	41,1	2.025	0,100	0,104	0,318	565	410
1 x 400	H16	22,8	36,4	43,7	2.305	0,0778	0,103	0,340	660	470
1 x 400	H25	22,8	36,4	44,0	2.390	0,0778	0,103	0,340	660	470
1 x 500 *	H16	26,3	40,2	47,5	2.690	0,0605	0,096	0,398	775	540
1 x 500 *	H25	26,3	40,2	47,8	2.775	0,0605	0,096	0,398	775	540
1 x 630	H16	29,8	43,4	50,7	3.200	0,0469	0,094	0,436	905	615
1 x 630	H25	29,8	43,4	51,0	3.265	0,0469	0,094	0,436	905	615
1 x 800 *	H25	34,0	48,5	55,8	3.855	0,0367	0,090	0,471	1.065	710
1 x 1000 *	H25	39,0	53,7	61,3	4.800	0,0291	0,087	0,521	1.230	805
3 x 1 x 300 *	H16	20,1	33,5	87,7	5.875	0,100	0,104	0,318	565	410

\* Cable basado en UNE-HD 620-9E

<sup>1</sup> Tres cables unipolares al aire libre a 40°C de temperatura ambiente según UNE 211435.<sup>2</sup> Tres cables unipolares enterrados directamente a 1 m de profundidad con una resistividad térmica del suelo de 1,5 K-m/W y 25°C de temperatura del suelo según UNE 211435.

La reactancia (X) se calcula a 50 Hz y para tres cables unipolares (en formación de triángulo o trébol).

Los valores de capacitancia (C) se calculan en base a los elementos dimensionales de los cables que figuran en esta especificación.

En todos los casos se supone circuito trifásico.

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática FVSA7RYQK3BJRJB. Comprobación: <https://coitoleido.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=FVSA7RYQK3BJRJB>

VISADO

COITI

Top Cable



INFORMES DE RESISTENCIAS EN CORTOCIRCUITO

TOLEDO

192947-A10

# X-VOLT® AL (-OL) HEPRZ1

Tiempo (s)	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
A/mm <sup>2</sup>	281	199	162	126	89	73	63	56	51

## FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURAS DEL AIRE

T. Aire (°C)	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Factor	1,14	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83

## FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURAS DEL TERRENO

T. Terreno (°C)	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Factor	1,09	1,06	1,03	1	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83

## FACTORES DE CORRECCIÓN PARA RESISTIVIDADES TÉRMICAS DEL TERRENO

(calculado para 240 mm<sup>2</sup> de cable)

Grado de humedad del terreno	Muy húmedo	Ligeramente húmedo	Ligeramente seco	Seco	Muy seco	Muy seco
Resist. térmica (K·m/W)	0,8	1	1,5	2	2,5	3
Factor	1,29	1,18	1	0,88	0,80	0,73

Otros factores de corrección (para agrupamiento de cables, para corrientes armónicas), que no están en la especificación, pueden ser aplicados. Puede encontrar más Información en UNE 211435.

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática FV5FA7RYQK3BJRJB. Comprobación: <https://colitoledo.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=FV5FA7RYQK3BJRJB>



# AENOR

Confía



## Certificado AENOR de Producto



075/000080

AENOR certifica que la organización

### TOP CABLE, S.A.

con domicilio social en **PARC ACTIVITATS ECONÒMIQUES CAN SANT JOAN, CL LEONARDO DA VINCI, 1 08191 RUBÍ (Barcelona - España)**

suministra **Cable eléctrico de distribución en media tensión con aislamiento de HEPR y cubierta de poliolefina. Sin propiedades especiales ante la reacción al fuego.**

conforme con **UNE-HD 620-9E:2012/1M:2022**

Designación **HEPRZ1 Al**  
Marca Comercial **TOP CABLE - XVOLT**  
Tensión de Servicio Uo/U (Um) **12/20 (24) kV; 18/30 (36) kV**  
Limitación **Conductor de Aluminio (K Al): 1x50 mm<sup>2</sup>; 1x95 mm<sup>2</sup>; 1x150 mm<sup>2</sup>; 1x240 mm<sup>2</sup>; 1x400 mm<sup>2</sup>; 1x630 mm<sup>2</sup>.**

Tipo **9E-1**  
Obturbación longitudinal **Sin obturbación**

Centro de producción **PI PLANS DE LA SALA. C. INDEPENDENCIA, 3 08650 SALLENT (Barcelona - España)**

Esquema de certificación **Para conceder este Certificado, AENOR ha ensayado el producto y ha comprobado el sistema de la calidad aplicado para su elaboración. AENOR realiza estas actividades periódicamente mientras el Certificado no haya sido anulado, según se establece en el Reglamento Particular RP 75.02.**

Este certificado anula al 075/000080, de fecha 2022-07-11

Primera emisión **2009-01-21**  
Modificación **2023-02-09**  
Expiración **2027-07-11**

Rafael GARCÍA MEIRO  
CEO



**AENOR INTERNACIONAL S.A.U.**  
Génova, 6. 28004 Madrid. España  
Tel. 91 432 60 00.- [www.aenor.com](http://www.aenor.com)

Documento visado electrónicamente con número: 192947-A10  
Código de validación telemática FVSFA7RYQK3BJRJB. Comprobación: <https://cotitoledo.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=FVSFA7RYQK3BJRJB>