



**ENERCAPITAL  
GROUP**

---

**PROYECTO DE LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA  
DE EVACUACIÓN 15 kV PARA PSF APOLO II**

**DOCUMENTO Nº1: MEMORIA**

TÉRMINO MUNICIPAL DE MONTILLA, PROVINCIA DE CÓRDOBA

---

En Málaga, febrero de 2023

|  |                                |   |              |
|--|--------------------------------|---|--------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 1/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |              |
|  |                                |   |              |

## Índice

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.     | OBJETIVO.....   | 4  |
| 2.     | EMPLAZAMIENTO .....                                     | 4  |
| 3.     | DATOS GENERALES DE LA LÍNEA.....                        | 5  |
| 3.1.   | Tramo aéreo .....                                       | 5  |
| 3.2.   | Tramo subterráneo .....                                 | 6  |
| 4.     | ORGANISMOS AFECTADOS.....                               | 6  |
| 5.     | LEGISLACIÓN APLICADA .....                              | 7  |
| 1.     | OBJETO.....   | 9  |
| 2.     | DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA LÍNEA TRAMO SUBTERRÁNEO ..... | 9  |
| 2.1.   | DESCRIPCIÓN GENERAL.....                                | 9  |
| 2.2.   | DESCRIPCIÓN DEL CONDUCTOR.....                          | 10 |
| 2.3.   | CANALIZACIÓN.....                                       | 12 |
| 2.4.   | ARQUETAS DE REGISTRO .....                              | 12 |
| 2.5.   | AFECCIONES LSAT .....                                   | 13 |
| 3.     | DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA LÍNEA TRAMO AÉREO .....       | 14 |
| 3.1.   | DATOS DEL CONDUCTOR.....                                | 14 |
| 3.2.   | COORDENADAS APOYOS .....                                | 14 |
| 3.3.   | DATOS TOPOGRÁFICOS.....                                 | 15 |
| 3.4.   | APOYOS .....  | 15 |
| 3.5.   | CIMENTACIONES.....                                      | 17 |
| 3.6.   | DESCRIPCIÓN DE LAS CADENAS .....                        | 18 |
| 3.6.1. | Cadena de suspensión ("simples.").....                  | 18 |
| 3.5.2  | Cadena de amarre ("simples.").....                      | 19 |
| 3.5.3  | Descripción de cadenas según tipo de apoyos.....        | 20 |

|        |   |           |
|--------|---|-----------|
| 3.6    | PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS .....                       | 21        |
| 3.7    | NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO .....                       | 21        |
| 3.8    | AFECCIONES LAAT .....                                     | 22        |
| 1.     | <b>CÁLCULOS MECÁNICOS TRAMO AÉREO .....</b>               | <b>29</b> |
| 1.1.   | TENSIÓN MÁXIMA DEL TENDIDO (To): .....                    | 29        |
| 1.2.   | VANO DE REGULACIÓN .....                                  | 29        |
| 1.3.   | ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES.....                    | 29        |
| 1.4.   | FLECHA MÁXIMA .....                                       | 30        |
| 1.5.   | DISTANCIAS DE SEGURIDAD .....                             | 31        |
| 1.5.1. | Distancia de los conductores al terreno .....             | 31        |
| 1.5.2. | Distancia entre conductores .....                         | 31        |
| 1.5.3. | Distancia a masa.....                                     | 32        |
| 1.5.4. | Desviación de la cadena de aisladores .....               | 32        |
| 1.5.5. | Resumen y comprobación de distancias .....                | 33        |
| 1.6.   | APOYOS .....  | 33        |
| 1.6.1. | Criterios de cálculo .....                                | 33        |
| 1.6.2. | Acciones consideradas .....                               | 33        |
| 1.6.3. | Resumen de hipótesis .....                                | 37        |
| 1.6.4. | Resumen de esfuerzos aplicados .....                      | 41        |
| 1.6.5. | Coeficientes de seguridad.....                            | 41        |
| 1.7.   | CIMENTACIONES .....                                       | 41        |
| 1.7.1. | Cimentaciones monobloque .....                            | 41        |
| 1.8.   | AISLAMIENTO Y HERRAJES.....                               | 42        |
| 1.8.1. | Aisladores.....   | 42        |
| 1.8.2. | Herrajes.....   | 43        |
| 2.     | <b>CÁLCULOS ELÉCTRICOS TRAMO AÉREO POR CIRCUITO:.....</b> | <b>44</b> |

|        |   |           |
|--------|---|-----------|
| 2.1.   | Resistencia eléctrica de la línea: .....                              | 44        |
| 2.2.   | Reactancia del conductor:.....  | 44        |
| 2.3.   | Densidad máxima admisible.....  | 45        |
| 2.4.   | Intensidad máxima admisible: .....                                    | 45        |
| 2.5.   | Potencia máxima a transportar: .....                                  | 45        |
| 2.6.   | Caída de tensión: .....   | 46        |
| 2.7.   | Pérdida de potencia: .....  | 46        |
| 2.8.   | Rendimiento de la línea: .....  | 46        |
| 2.9.   | Capacidad media de la línea:.....                                     | 47        |
| 2.10.  | Efecto corona: .....  | 47        |
| 3.     | <u>CÁLCULOS ELÉCTRICOS TRAMO SUBTERRÁNEO POR CIRCUITO:.....</u>       | <u>48</u> |
| 3.1.   | Potencia e intensidad de cálculo.....                                 | 48        |
| 3.2.   | Capacidad del cable e intensidad máxima del cable.....                | 48        |
| 3.3.   | Caída de tensión.....   | 49        |
| 3.4.   | Pérdida de potencia .....   | 50        |
| 3.4.1. | Sección mínima por corrientes de cortocircuito .....                  | 51        |
| 3.4.2. | Sección mínima de las pantallas por corrientes de cortocircuito ..... | 52        |
| 3.5.   | Protecciones.....   | 52        |
| 3.5.1. | Protecciones contra sobreintensidades .....                           | 52        |
| 3.5.2. | Protección contra sobretensiones .....                                | 52        |
| 3.6.   | Resumen de cálculos de la línea subterránea.....                      | 52        |
| 4.     | <u>CONCLUSIÓN .....</u>   | <u>54</u> |



## PRÓLOGO

### 1. OBJETIVO

El presente proyecto es redactado y firmado por el técnico competente María Diez Ruiz, de la empresa Enercapital Developments, con domicilio para todos los efectos en Calle Puerto N.º 14 Pl. 4 Of. 6 y teléfono 627378252; a petición de Mullere Solar S.L.U. como titular de la línea, con domicilio para cualquier notificación en Avenida Juan Carlos I N.º34, 1.ºD, 26002 Logroño (La Rioja); con teléfono 627378253.

El objetivo de este proyecto es la construcción de una línea eléctrica de 15 kV de simple circuito, cuya finalidad es la evacuación de la energía producida por la planta solar fotovoltaica PSF APOLO II hasta el centro de seccionamiento. Con la redacción de esta memoria se persigue conseguir la aprobación del proyecto, así como la autorización administrativa de la construcción de las instalaciones que aquí se reflejan.

El presente proyecto se redacta como modificación del anterior, debido a la indisponibilidad del terreno en el que se ubicaba la planta anteriormente.

### 2. EMPLAZAMIENTO

La lista de parcelas por donde discurre la línea, y la referencia catastral de cada una de ellas, se relacionan a continuación:

#### TRAMO AÉREO

| Polígono | Parcela | Referencia Catastral | Tipo de suelo                             |
|----------|---------|----------------------|---|
| 39       | 82      | 14042A039000820000EY | C- Labor o labradío seco, V- Viña seco    |
| 39       | 81      | 14042A039000810000EB | C- Labor o labradío seco, O- Olivar       |
| 39       | 9004    | 14042A039090040000EW | VT Vía de comunicación de dominio público |
| 39       | 80      | 14042A039000800000EA | C- Labor o labradío seco, I- Improductivo |
| 39       | 9012    | 14042A039090120000EQ | HG Hidrografía natural                    |

Tabla 1. 'Parcelas afectadas por la línea aérea de evacuación'

### TRAMO SUBTERRÁNEO

| Polígono | Parcela | Referencia Catastral | Tipo de suelo                             |
|----------|---------|----------------------|---|
| 39       | 82      | 14042A039000820000EY | C- Labor o labradío seco                  |
| 39       | 80      | 14042A039000800000EA | C- Labor o labradío seco, I- Improductivo |
| 39       | 23      | 14042A039000230000ET | V- Viña seco, O-Olivo seco                |
| 39       | 153     | 14042A039001530000EF | O- Olivos seco                            |

Tabla 2. 'Parcelas afectadas por la línea subterránea de evacuación'

El punto de enganche se realiza en el centro de seccionamiento, perteneciente a la empresa distribuidora de energía eléctrica E-distribución Redes Digitales, S.L.U.

La línea en su recorrido se verá afectada por los siguientes cruzamientos:

| Número de cruces | Tipo   | Nombre            |
|------------------|--------|-------------------|
| 4                | Arroyo | Arroyo sin nombre |

Tabla 3. 'Cruzamiento línea evacuación'

Se desarrolla la correspondiente separata para cada uno de los cruzamientos, la cual deberá ser entregada al organismo responsable de su revisión y valoración.

## 3. DATOS GENERALES DE LA LÍNEA

### 3.1. Tramo aéreo

- Tensión (kV): ----- 15
- Longitud (km): -----1,13
- Categoría de la línea: -----3°
- Zona/s por la/s que discurre: ----- Zona A



- Velocidad del viento considerada (km/h):----- 120
- Tipo de montaje: -----Simple Circuito (SC)
- Número de conductores por fase: ----- 1
- Frecuencia: -----50Hz
- Factor de potencia:----- 0,8
- N° de apoyos proyectados: ----- 10
- N° de vanos: -----9
- Cota más baja (m):----- 254,46
- Cota más alta (m):----- 337,59

### 3.2. Tramo subterráneo

- Tensión (kV): ----- 15
- Longitud (m):----- 662,04
- Sección del conductor (mm2): -----240
- Material del conductor:----- Aluminio
- Material del aislamiento:----- XLPE
- Tipo de pantalla y material:----- Hilos de cobre
- Sección de la pantalla (mm2):----- 95

## 4. ORGANISMOS AFECTADOS

Esta línea afecta a los siguientes Organismos Administrativos:

- EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.
- Confederación Hidrográfica del Guadalquivir
- Ayuntamiento de Montilla

## 5. 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.

|  |                                |   |              |
|--|--------------------------------|---|--------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 8/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |              |
|  |                                |   |              |

- 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.

|  |                                |   |              |
|--|--------------------------------|---|--------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 9/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |              |
|  |                                |   |              |

## MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1. OBJETO

El objetivo de esta memoria es la descripción y valoración de la línea aérea- subterránea 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. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA LÍNEA TRAMO SUBTERRÁNEO

#### 2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Se prevé que el primer tramo de la línea para salir de la planta y el último tramo de la línea de evacuación que une el CTPM con el Centro seccionamiento sean subterráneos. En total, el tramo subterráneo tendrá una longitud de 662,04 m.

La línea de evacuación será de sección uniforme y adecuada a las características de carga de la línea.

En el trazado de la línea subterránea se cumplirán las distancias reglamentarias establecidas en la ITC-LAT 06, así como las que puedan establecer otros organismos y/o empresas de servicios afectadas por el trazado que se pueda proyectar.

La tensión nominal de la línea subterránea vendrá determinada por la tensión fijada para conexión a red de 15 kV.

En la tabla 4 se adjunta las coordenadas de tramo subterráneo.

| X          | Y            | X          | Y            |
|------------|--------------|------------|--------------|
| 349.365,00 | 4.162.848,00 | 349.667,72 | 4.163.774,82 |
| 349.316,50 | 4.162.813,66 | 349.712,66 | 4.163.763,34 |
| 349.316,50 | 4.162.813,66 | 349.723,57 | 4.163.777,35 |
| 349.365,00 | 4.162.848,00 | 349.708,70 | 4.163.904,61 |
| 349.632,00 | 4.163.747,00 | 349.800,85 | 4.163.929,36 |
| 349.649,54 | 4.163.760,09 | 349.787,60 | 4.164.028,86 |
| 349.660,78 | 4.163.760,43 | 349.792,58 | 4.164.029,65 |


Tabla 4: Coordenadas de línea de tramo subterráneo.

## 2.2. DESCRIPCIÓN DEL CONDUCTOR

La línea de 15 kV está constituida por una terna de cables dispuestos en triángulo.

El cable está constituido por los siguientes elementos:

- Conductor: Conductor de aluminio clase 2 de 240 mm<sup>2</sup> de sección. El conductor será de sección circular compacta con obturación longitudinal y de acuerdo con UNE-EN 60228.
- Semiconductor interior: Formado por una cinta semiconductora opcional de empaquetamiento sobre el conductor para evitar la penetración en el interior de la cuerda del compuesto extruido. Sobre esta cinta, capa de compuesto semiconductor. Esta capa sirve para uniformizar el campo eléctrico a nivel de conductor y para asegurar que el conductor presenta una superficie lisa al aislamiento.
- Aislamiento: Compuesto de XLPE reticulado en atmósfera de N<sub>2</sub>. El compuesto está sometido a un riguroso control de ausencia de contaminaciones. La mayor ventaja del XLPE sobre otros compuestos es que el cable aislado con XLPE puede trabajar a más altas temperaturas (90°C para el XLPE versus por ejemplo a 70°C para el PE), y este hecho tiene un efecto muy importante sobre la intensidad admisible que el cable puede transportar.
- Semiconductor exterior: Capa de compuesto semiconductor extruido sobre el aislamiento y adherido al mismo para evitar la formación de una capa de aire ionizable entre la pantalla y la superficie de aislamiento. Esta capa sirve para asegurar que el campo eléctrico queda confinado en el aislamiento.
- Proceso de extrusión: La extrusión se debe realizar sobre un cabezal triple, donde se aplican las 3 capas extruidas (semiconductor interior, aislamiento y semiconductor exterior) en el mismo momento. Esto garantiza interfaces lisas entre el aislamiento y las pantallas semiconductoras que es esencial en cables de AT. La reticulación se realiza en seco en atmósfera de gas inerte (N<sub>2</sub>) para evitar el contacto con el agua durante la fabricación.
- Material obturante: Incorporación de material absorbente de la humedad para evitar la propagación longitudinal de agua entre los alambres de la pantalla.
- Pantalla metálica: cinta longitudinal de aluminio termosoldada y adherida a la cubierta.

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 11/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |

- Contraespira: Cinta metálica cuya función es la conexión equipotencial de los alambres.
- Cubierta exterior: Cubierta exterior de poliolefina (PE) tipo ST 7 con lámina de aluminio longitudinalmente solapada y adherida a su cara interna para garantizar la estanqueidad radial. La cubierta será de color negro y estará grafitada, para poder realizar el ensayo de tensión sobre la cubierta del cable.

|                     |  |
|---------------------|--|
| Línea               | Trifásica sin neutro                                 |
| Tensión nominal (U) | 15 kV  |
| Categoría           | 3ª   |
| Clase de corriente  | Alterna 50 Hz  |
| Disposición         | Directamente enterrado                               |
| Conductores         | AL VOLTALENE H COMPACT AL RH5Z1 1x240mm <sup>2</sup> |

Tabla 5. 'Datos del circuito'

#### CARACTERÍSTICAS NOMINALES

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Denominación                       | AL VOLTALENE H COMPACT AL RH5Z1                                      |
| Designación UNE                    | UNE 211620   |
| Tensión de aislamiento             | 12/20 kV   |
| Naturaleza del conductor           | Aluminio   |
| Sección                            | 1 x240 mm <sup>2</sup>   |
| Aislamiento                        | XLPE   |
| Cubierta                           | Poliolefina termoplástica, Z1 Vemex                                  |
| Diámetro exterior                  | 35,9 mm  |
| Peso                               | 1.460 kg/km  |
| Pantalla                           | Cinta longitudinal de aluminio termosoldada y adherida a la cubierta |
| I máx. adm. directamente enterrado | 345 A  |
| Tensión nominal                    | 12/20 kV   |



|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| Denominación                           | AL VOLTALENE H COMPACT AL RH5Z1 |
| Tensión ensayo descargas parciales     | 24 kV                           |
| Nivel de aislamiento a impulsos        | 125 kV                          |
| Capacidad                              | 0,358 $\mu$ F/km                |
| Resistencia máxima c.a. 50 Hz 90°C (R) | 0,160 ohm/km                    |
| Reactancia 50 Hz (XL)                  | 0,102 ohm/km                    |

Tabla 6. 'Características nominales del conductor'

### 2.3. CANALIZACIÓN

En la zanja las fases estarán dispuestas en triángulo, e irán directamente enterrados en arena de río lavada y compactada.

La profundidad de la zanja a realizar para el soterramiento de la línea subterránea de alta tensión, salvo cruzamientos con otras canalizaciones que obliguen a variar la profundidad de la línea, será de 0,95 metros. Esta profundidad permite realizar la zanja sin necesidad de entubar en terrenos coherentes y sin sollicitación. La anchura de la zanja será de 0,5 m.

El relleno con tierras se realizará con un mínimo grado de compactación del 95% Proctor Modificado.

La cinta de señalización, según norma ETU 205A, que servirá para advertir de la presencia de cables de alta tensión, se colocará a unos 40 cm por encima de los tubos conductores de telecomunicación.

Los acabados superficiales de la zanja serán de iguales características a los materiales existentes en cada tramo. En el documento de Planos puede observarse detalle de la zanja a realizar.

### 2.4. ARQUETAS DE REGISTRO

En los cambios de dirección o de rasante, así como en alineaciones largas, en tramos rectos, se construirán arquetas-registro del tipo A-1 ó A-2.

Las arquetas a ejecutar serán prefabricadas de hormigón según norma informativa NNH001 de la compañía o se pueden construir de ladrillo, sin fondo para favorecer la filtración de agua,

siendo sus dimensiones las indicadas en planos adjuntos. En registros que hayan de situarse en calzada, la tapa será de hierro fundido de suficiente resistencia para el paso de vehículos pesados.

El suelo de la arqueta lo constituirá el terreno, a fin de evacuar por filtración el agua que pudiera penetrar en la misma.

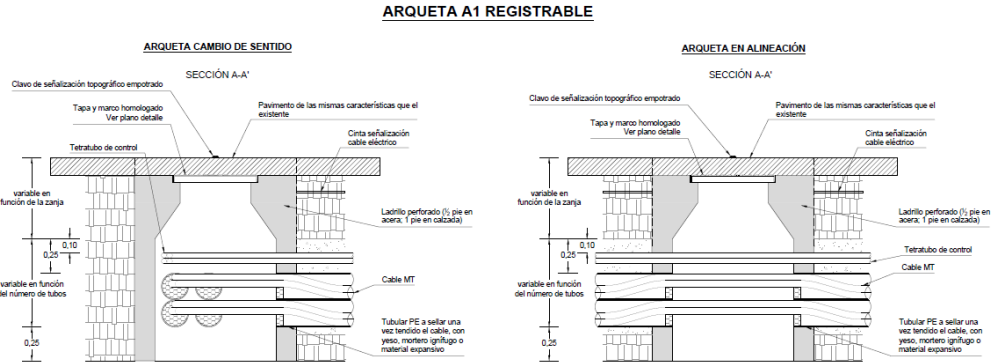


Imagen 1. 'Arquetas Registro tipo A1'

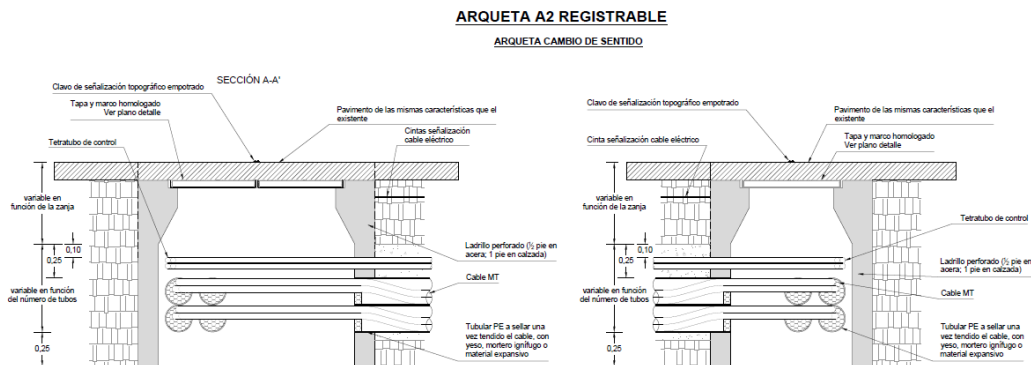


Imagen 2. 'Arquetas registro tipo A2'

## 2.5. AFECCIONES LSAT

### CRUZAMIENTOS

No se contemplan cruzamientos en el discurso del tramo subterráneo.

### PARALELISMOS

No se contemplan paralelismos en el discurso del tramo subterráneo.

### 3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA LÍNEA TRAMO AÉREO

#### 3.1. DATOS DEL CONDUCTOR

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

- Denominación: -----LA-78 (67-AL1/11-ST1A)
- Sección total (mm<sup>2</sup>): ----- 78,6
- Diámetro total (mm): ----- 11,34
- Número de hilos de aluminio:-----6
- Número de hilos de acero: -----1
- Carga de rotura (kg): -----2360
- Resistencia eléctrica a 20 °C (Ohm/km):-----0,4261
- Peso (kg/m):-----0,272
- Coeficiente de dilatación (°C):----- 1,91E-5
- Módulo de elasticidad (kg/mm<sup>2</sup>):-----8100
- Densidad de corriente (A/mm<sup>2</sup>):----- 3,58
- Tense máximo (Zona A): 557 Kg - EDS (En zona A): 15%

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”.

#### 3.2. COORDENADAS APOYOS

En la siguiente tabla se incluye la relación de las coordenadas de los apoyos que se proyectan para la construcción de esta línea.

| Nº Apoyo | X          | Y            |
|----------|------------|--------------|
| 1        | 349.365,00 | 4.162.848,00 |
| 2        | 349.368,55 | 4.162.998,22 |

Página 14 de 71

|    |            |              |
|----|------------|--------------|
| 3  | 349.371,00 | 4.163.102,00 |
| 4  | 349.416,00 | 4.163.251,00 |
| 5  | 349.416,53 | 4.163.374,61 |
| 6  | 349.417,00 | 4.163.484,00 |
| 7  | 349.408,75 | 4.163.606,71 |
| 8  | 349.402,00 | 4.163.707,00 |
| 9  | 349.524,00 | 4.163.786,00 |
| 10 | 349.632,00 | 4.163.747,00 |

Tabla 7: Coordenadas de los apoyos tramo línea aérea.

### 3.3. 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.

| Nº Apoyo | Cota Absoluta (m) | Vano Anterior (m) | Vano Posterior (m) | Cruzamiento | Función | Tipo Terreno | Ángulo Interior (g) |
|----------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------|---------|--------------|---------------------|
| 1        | 261.73            | 0                 | 150                | SI          | FL      | Normal       | 0                   |
| 2        | 262.47            | 150               | 104                | SI          | AL-SU   | Normal       | 0                   |
| 3        | 263.53            | 104               | 156                | SI          | AN-AM   | Normal       | 182,83              |
| 4        | 262.44            | 156               | 124                | SI          | AN-AM   | Normal       | 181,6               |
| 5        | 270.98            | 124               | 109                | NO          | AL-SU   | Normal       | 0                   |
| 6        | 276.54            | 109               | 123                | SI          | AN-AM   | Normal       | 195,45              |
| 7        | 289.47            | 123               | 101                | SI          | AL-SU   | Normal       | 0                   |
| 8        | 301.54            | 101               | 145                | NO          | AN-AM   | Normal       | 132,31              |
| 9        | 328.10            | 145               | 115                | NO          | AN-AM   | Normal       | 141,36              |
| 10       | 337.59            | 115               | 115                | NO          | AN-AM   | Normal       | 0                   |

Tabla 8. 'Datos topográficos'

La información topográfica se completa en el ANEXO 1 "Datos generales de la línea y los conductores".

### 3.4. APOYOS



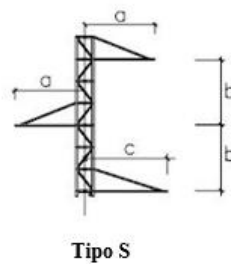
Todos los apoyos utilizados para este proyecto serán metálicos y galvanizados en caliente.

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) |     |      |     |             |
|-------------|---------------|--------------|-----------------|-------------|-----------------|-----|------|-----|-------------|
|             |               |              |                 |             | "a-d"           | "b" | "c"  | "h" | Altura útil |
| 1           | FL            | HA-3500-10   | 926             | S           | 1.5             | 1.4 | 1.5  | --- | 7.99        |
| 2           | AL-SU         | C-500-14     | 410             | S           | 1.25            | 1.2 | 1.25 | --- | 9.71        |
| 3           | AN-AM         | C-2000-14    | 622             | S           | 1.25            | 1.2 | 1.25 | --- | 9.14        |
| 4           | AN-AM         | C-2000-16    | 715             | S           | 1.25            | 1.2 | 1.25 | --- | 11.09       |
| 5           | AL-SU         | C-500-14     | 410             | S           | 1.25            | 1.2 | 1.25 | --- | 9.71        |
| 6           | AN-AM         | C-500-14     | 410             | S           | 1.25            | 1.8 | 1.25 | --- | 8.51        |
| 7           | AL-SU         | C-500-16     | 467             | S           | 1.25            | 1.2 | 1.25 | --- | 11.67       |
| 8           | AN-AM         | MI-2500-14   | 962             | S           | 1.5             | 1.5 | 1.5  | --- | 12.18       |
| 9           | AN-AM         | MI-2000-14   | 905             | S           | 1.5             | 1.5 | 1.5  | --- | 12.26       |
| 10          | FL            | MI-3000-12   | 819             | S           | 1.5             | 1.5 | 1.5  | --- | 10.14       |

Tabla 9. 'Detalles de los apoyos'

El total de kg de acero necesario para la construcción de esta línea son 6.646 kg.



Tipo S

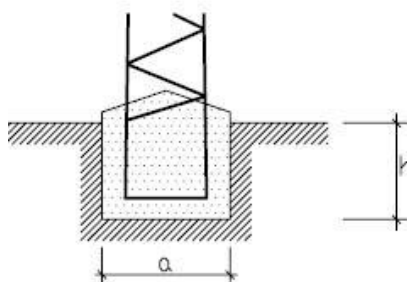
### 3.5. CIMENTACIONES

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           | HA-3500-10 | Normal          | Monobloque          | 1,5             | 2,01 | - | - | - | 4,52               | 4,97             |
| 2           | C-500-14   | Normal          | Monobloque          | 1,01            | 1,49 | - | - | - | 1,52               | 1,72             |
| 3           | C-2000-14  | Normal          | Monobloque          | 1,05            | 2,01 | - | - | - | 2,22               | 2,44             |
| 4           | C-2000-16  | Normal          | Monobloque          | 1,13            | 2,05 | - | - | - | 2,62               | 2,87             |
| 5           | C-500-14   | Normal          | Monobloque          | 1,01            | 1,49 | - | - | - | 1,52               | 1,72             |
| 6           | C-500-14   | Normal          | Monobloque          | 1,01            | 1,49 | - | - | - | 1,52               | 1,72             |
| 7           | C-500-16   | Normal          | Monobloque          | 1,08            | 1,53 | - | - | - | 1,78               | 2,02             |
| 8           | MI-2500-14 | Normal          | Monobloque          | 1,49            | 2,02 | - | - | - | 4,48               | 4,93             |
| 9           | MI-2000-14 | Normal          | Monobloque          | 1,48            | 1,94 | - | - | - | 4,25               | 4,69             |
| 10          | MI-3000-12 | Normal          | Monobloque          | 1,39            | 2,06 | - | - | - | 3,98               | 4,37             |

Tabla 10. 'Cimentaciones de los apoyos'

El volumen total de hormigón necesario para la cimentación de los apoyos es de 31,45 m3.



Cimentación monobloque

### 3.6. 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:

#### 3.6.1. 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-20-70-425
- Material: ----- Polimérico
- Diámetro (mm):----- 128
- Línea de fuga (mm):----- 603
- Peso (Kg): ----- 1,75
- Carga de rotura (Kg):-----7000
- Tensión soportada a frecuencia industrial (kV):-----60
- Tensión soportada al impulso de un rayo (kV):----- 160

#### 3.5.1.1 Longitud de la cadena de suspensión:

- Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m):----- 0,58

#### 3.5.1.2 Herrajes

Veamos las características de los herrajes utilizados para las cadenas de suspensión en el proyecto de esta línea:

| Herraje | Tipo | Peso | Carga de |
|---------|------|------|----------|
|---------|------|------|----------|

Página 18 de 71

|                     |       | aproximado (Kg) | rotura (Kg) |
|---------------------|-------|-----------------|-------------|
| Grapa de Suspensión | GS_1  | 0,6             | 3000        |
| Horquilla de bola   | HB_11 | 0,3             | 7500        |
| Rótula corta        | R-11  | 0,18            | 7000        |

Tabla 11. 'Tipos de herrajes'

### 3.5.2 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-20-70-425
- Material:-----Polimérico
- Diámetro (mm):-----128
- Línea de fuga (mm):-----603
- Peso (Kg):-----1,75
- Carga de rotura (Kg):-----7000
- Tensión soportada a frecuencia industrial (kV):-----60
- Tensión soportada al impulso de un rayo (kV):-----160

#### 3.5.2.1 Longitud de la cadena de amarre y altura del puente

- Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m):-----0,58
- Altura del puente en apoyos de amarre (m):-----0,58
- Ángulo de oscilación del puente (°):-----20



### 3.5.2.2 Herrajes

Veamos las características de los herrajes utilizados para las cadenas de amarre en el proyecto de esta línea:

| Herraje           | Tipo  | Peso<br>aproximado (Kg) | Carga de<br>rotura (Kg) |
|-------------------|-------|-------------------------|-------------------------|
| Grapa de Amarre   | GA_1  | 0,45                    | 4000                    |
| Horquilla de bola | HB_11 | 0,3                     | 7500                    |
| Rótula corta      | R-11  | 0,18                    | 7000                    |

Tabla 12r: Tipos de herrajes.

### 3.5.3 Descripción de cadenas según tipo de apoyos

#### 3.5.3.1 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-20-70-425

3 Ud. – Grapa de amarre GA\_1

3 Ud. - Horquilla de bola, tipo HB\_11.

3 Ud. - Rótula corta, tipo R-11.

#### 3.5.3.2 Apoyos de alineación-suspensión.

Los apoyos con cadena en suspensión serán 4, y llevarán los siguientes componentes:

3 cadenas simples de aisladores, con 8 unidades cada una. – Aisladores tipo COMP-20-70-425

3 Ud. – Grapa de alineación GS\_1.

3 Ud. - Horquilla de bola, tipo HB\_11.

3 Ud. - Rótula corta, tipo R-11.

### 3.5.3.3 Apoyos de amarre y/o de anclaje.

Nuestra línea proyectada cuenta con 7 apoyos de amarre y/o anclaje que llevarán las siguientes cadenas:

6 cadenas simples de aisladores poliméricos, – Aisladores COMP-20-70-425

6 Ud. – Grapa de amarre, GA\_1

6 Ud. - Horquilla de bola, tipo HB\_11.

6 Ud. - Rótula corta, tipo R-11.

### 3.6 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 mm<sup>2</sup> 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.

### 3.7 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.

Página 21 de 71

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 22/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |

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 2 m.

### 3.8 AFECCIONES LAAT

Las normas aplicables a los cruzamientos de la línea están recogidas en el apartado 5 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.

La seguridad en los cruzamientos se reforzará con diversas medidas adoptadas a lo largo de la línea. Estas medidas se resumen a continuación:

- En las cadenas de suspensión se utilizarán grapas antideslizantes y en las cadenas de amarre grapas de compresión.
- El conductor y el cable de tierra tienen una carga de rotura muy superior a 1.200 daN.

A continuación, se incluye la tabla base para determinar distancias y se detallan distintos casos de cruzamiento con las distancias de seguridad para este proyecto.

| Tensión más elevada de la red (kV) | D <sub>el</sub> (metros) | D <sub>pp</sub> (metros) |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 3,6                                | 0,08                     | 0,10                     |
| 7,2                                | 0,09                     | 0,10                     |
| 12                                 | 0,12                     | 0,15                     |
| 17,5                               | 0,16                     | 0,20                     |
| 24                                 | 0,22                     | 0,25                     |
| 30                                 | 0,27                     | 0,33                     |
| 36                                 | 0,35                     | 0,40                     |
| 52                                 | 0,60                     | 0,70                     |
| 72,5                               | 0,70                     | 0,80                     |
| 123                                | 1,00                     | 1,15                     |
| 145                                | 1,20                     | 1,40                     |
| 170                                | 1,30                     | 1,50                     |
| 245                                | 1,70                     | 2,00                     |
| 420                                | 2,80                     | 3,20                     |

#### Distancias entre conductores y partes puestas a tierra

Este apartado corresponde al punto 5.4.2 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.



La distancia entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a Del, con un mínimo de 0,2 m.

El valor de Del viene indicado en la Tabla 2 en función de la tensión más elevada de la red, siendo Del para líneas de 15 kV igual a 0,16 m.

#### Distancias al terreno, caminos, sendas y cursos de agua no navegables

Este apartado corresponde al punto 5.5 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

La distancia mínima al terreno, senda, vereda o superficies de agua no navegables vendrá dada por la fórmula.

$$Dadd + Del = 5,3 + Del \text{ (m)}$$

con un mínimo de 6 m.

Los valores de Del se indican en la Tabla 2 en función de la tensión más elevada de la línea. Por tanto, la distancia mínima será de 5,46 m para líneas de 15 kV

#### Líneas eléctricas aéreas y líneas aéreas de telecomunicación

Este apartado corresponde al punto 5.6 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Las líneas de telecomunicación son consideradas como líneas de baja tensión.

En el cruce con líneas eléctricas, se situará a mayor altura la de tensión más elevada.

En este caso, la línea proyectada es de tensión inferior a las que se cruzan. Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, atendiendo a los criterios que se exponen a continuación.

La distancia entre los conductores de la línea inferior en su posición de máxima desviación y los elementos más próximos de los apoyos de la línea superior no será inferior al valor dado por la fórmula:

$$Dadd + Del = 1,5 + Del \text{ (m)}$$

Con un mínimo de:

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 24/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |

2 metros para líneas de tensión hasta 45 kV.

3 metros para líneas de tensión superior a 45 kV y hasta 66 kV.

4 metros para líneas de tensión superior a 66 kV y hasta 132 kV.

5 metros para líneas de tensión superior a 132 kV y hasta 220 kV.

7 metros para líneas de tensión superior a 220 kV y hasta 400 kV.

Los valores de Del se indican en la Tabla 2 en función de la tensión más elevada de la línea inferior.

La distancia vertical mínima entre los conductores de ambas líneas en las condiciones más desfavorables no será inferior al valor dado por la fórmula:

$$D_{add} + D_{pp} \text{ (m)}$$

Tomando el valor de Dadd que corresponda para la tensión nominal de la línea según la tabla siguiente:

| TENSIÓN NOMINAL<br>DE LA RED<br>(kV) | D <sub>add</sub> (m)  |  |
|--------------------------------------|---|--|
|                                      | Para distancias del<br>apoyo de la línea<br>superior al punto de<br>cruce<br>≤ 25 m | Para distancia del<br>apoyo de la línea<br>superior al punto de<br>cruce<br>> 25 m |
| De 3 a 30                            | 1,8   | 2,5  |
| 45 o 66                              | 2,5   |  |
| 110, 132, 150                        | 3   |  |
| 220                                  | 3,5   |  |
| 400                                  | 4   |  |

La distancia mínima vertical entre fases en el punto de cruce resulta de 3,3 m para cruces líneas de 66 kV

#### Carreteras, ferrocarriles, tranvías y trolebuses

Este apartado corresponde a los puntos 5.7, 5.8 y 5.9 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

La altura mínima de los conductores sobre la rasante de las carreteras o sobre las cabezas de los carriles en el caso de ferrocarriles sin electrificar viene dada por la fórmula:

$$Dadd + Del \text{ (m)}$$

con un mínimo de 7 m.

Para líneas de tercera categoría, Dadd tiene el valor de 6,3 m. y Del se indica en la Tabla 1 en función de la tensión más elevada de la red, siendo por tanto la distancia mínima según la ITC-LAT de 7 m para líneas de 15 kV.

Para los ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses la distancia mínima vertical de los conductores de la línea eléctrica, con su flecha máxima vertical, sobre el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril será de:

$$Dadd + Del = 3,5 + Del \text{ (m)}$$

con un mínimo de 4 m.

Del se indica en la tabla 2 en función de la tensión más elevada de la red, siendo por tanto la distancia mínima de 4 m para líneas de 15 kV.

#### Ríos y canales navegables o flotables

Este apartado corresponde al punto 5.11 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

La distancia mínima entre los conductores y la superficie del agua, para el máximo nivel que pudiera alcanzar ésta, viene dada por la fórmula:

$$G + Dadd + Del = G + 3,5 + Del \text{ (m)}$$

siendo G el gálibo. Los valores de Del se indican en la Tabla 2 en función de la tensión más elevada de la línea.

Para líneas de 15 kV de tensión nominal y con gálibo no definido, éste se considerará de 4,7 metros, siendo la distancia mínima según el Reglamento de 8,36 metros.

Bosques, árboles y masas de arbolado

Este apartado corresponde al punto 5.12.1 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Frecuentemente los árboles entran en contacto con las líneas eléctricas debido principalmente al crecimiento natural del árbol, al desprendimiento de una rama por el viento o a la caída del árbol, bien por la mano del hombre o por el efecto de los vientos huracanados, reduciéndose así la distancia entre sus copas y los conductores. Esto provoca accidentes personales o interrupciones del servicio, ya que se generan intensidades elevadas que al descargar en forma de arcos producen incendios que pueden propagarse.

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ (m)}$$

con un mínimo de 2 metros. Los valores de  $D_{el}$  se indican en la Tabla 1 en función de la tensión más elevada de la línea.

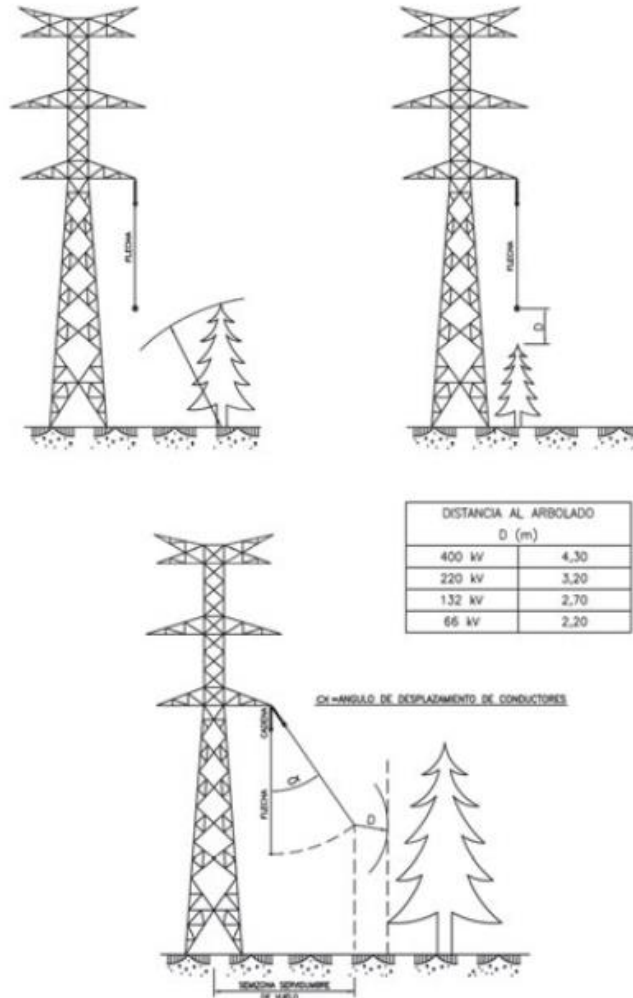
Por tanto, la zona de corta de arbolado se extenderá a las distancias explosivas que se indican a continuación, de forma que los árboles queden siempre a esta distancia mínima del conductor de 2 m para líneas de 15 kV.

Con el fin de evitar una deforestación innecesaria y un perjuicio para los propietarios, la zona a ocupar no será constante a lo largo de la línea, pues dependerá de la altura del arbolado y su posición con respecto a la línea. Si el terreno está inclinado la zona de influencia no será simétrica, debiendo desplazarse hacia la parte que alcanza mayor altura.

La otra parte podría reducirse hasta alcanzar una separación de la distancia explosiva con la vertical del conductor. En un barranco los conductores quedan muy por encima de las copas de los árboles, por lo que la zona de corta de arbolado sería mínima.

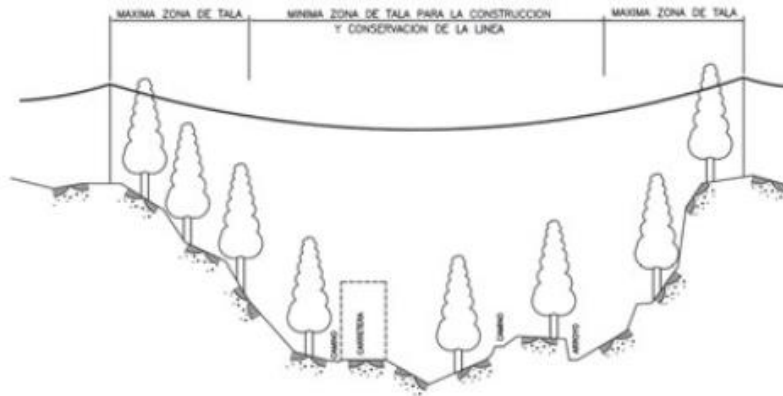
|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 27/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |

## SERVIDUMBRE DE VUELO DISTANCIA EXPLOSIVA





## SERVIDUMBRE DE VUELO ZONAS DE SEGURIDAD



|        | ARBOLADO<br>D1 (m) | EDIFICACIONES<br>D2 (m) |
|--------|--------------------|-------------------------|
| 400 kV | 4,30               | 6,10                    |
| 220 kV | 3,20               | 5,00                    |
| 132 kV | 2,70               | 5,00                    |
| 66 kV  | 2,20               | 5,00                    |

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 1. CÁLCULOS MECÁNICOS TRAMO AÉREO

#### 1.1. TENSIÓN MÁXIMA DEL TENDIDO (To):

La tensión horizontal del conductor en las condiciones iniciales (To), 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<sub>r</sub>: Longitud proyectada del vano de regulación (m).
- b<sub>i</sub>: Distancia en línea recta entre los dos puntos de fijación del conductor en el vano i.(m)
- a<sub>i</sub>: Proyección horizontal de b<sub>i</sub> (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:

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

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

- $a_r$ : Longitud proyectada del vano de regulación (m).
- $T_0$ : Tensión horizontal en las condiciones iniciales (kg).
- $\theta_0$ : Temperatura en las condiciones iniciales (°C).
- $P_0$ : Sobrecarga en las condiciones iniciales según zona donde nos encontremos (kg/m).
- $T$ : Tensión horizontal en las condiciones finales (kg).
- $\theta$ : Temperatura en las condiciones finales (°C).
- $P$ : Sobrecarga en las condiciones finales (kg/m).
- $S$ : Sección del conductor (mm²).
- $E$ : Módulo de elasticidad del conductor (kg/mm²).
- $\alpha$ : Coeficiente de dilatación lineal del conductor (m/°C).

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

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

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

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el}$$

(con un mínimo de 6 m.). A nuestro nivel de tensión de 15 kV le corresponde una  $D_{el}$  de 0,16 m.

Por tanto, obtenemos una distancia mínima de:

$$D_{add} + D_{el} = 5,46 \text{ metros.}$$

-  $D_{add} + D_{el}$ : 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

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 32/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |

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:  $D_{el} = 0,16$  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:

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

- $\gamma$ : 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).
- $Tt+v/2$ : 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 S"

Ver ANEXO 2.2"Distancias ALINEACIONES S"

Ver ANEXO 2.3"Distancias ÁNGULOS S"

## 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 (Kg/m<sup>2</sup>).

Siendo  $q = 60 \cdot \left( \frac{v_v}{120} \right)^2$  Kg/m<sup>2</sup>, cuando  $d \leq 16$ mm

Y

$q = 50 \cdot \left( \frac{v_v}{120} \right)^2$  kg/m<sup>2</sup>, cuando  $d \geq 16$ 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.

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

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

Un >66kV, 15%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Un ≤66kV, 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:

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 36/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |



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.

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 37/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |



PROYECTO DE LÍNEA AÉREA- SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN 15 KV PARA

PSF APOLO II - MEMORIA

1.6.3. [Resumen de hipótesis](#)

Zona A

| TIPO DE APOYO   | TIPO DE ESFUERZO | 1ª HIPÓTESIS<br>(Viento)                        | 3ª HIPÓTESIS<br>(Desequilibrio de tracciones)                 | 4ª HIPÓTESIS<br>(Rotura de conductores) |
|---|------------------|---|---|---|
| Suspensión de Alineación<br>o<br>Suspensión de Ángulo | V                | CARGAS PERMANENTES                              |   |   |
|   | T                | VIENTO<br><br>SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO | ALINEACIÓN:<br>No aplica.<br>*ÁNGULO:<br>RESULTANTE DE ÁNGULO |   |
|   | L                | No aplica.                                      | DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES                                   | ROTURA DE CONDUCTORES                   |
| Amarre de Alineación<br>o<br>Amarre de Ángulo         | V                | CARGAS PERMANENTES                              |   |   |
|   | T                | VIENTO<br><br>SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO | ALINEACIÓN:<br>No aplica.<br>*ÁNGULO:<br>RESULTANTE DE ÁNGULO |   |
|   | L                | No aplica                                       | DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES                                   | ROTURA DE CONDUCTORES                   |
| Anclaje de  | V                | CARGAS PERMANENTES                              |   |   |



PROYECTO DE LÍNEA AÉREA- SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN 15 KV PARA  
PSF APOLO II - MEMORIA

|   |  |                                   |  |   |                       |
|---|--|-----------------------------------|--|---|-----------------------|
| Alineación<br>o<br>Anclaje de<br>Ángulo | T  | VIENTO                            |  | ALINEACIÓN:<br><br>No aplica.<br><br>*ÁNGULO:<br><br>RESULTANTE DE ÁNGULO | ROTURA DE CONDUCTORES |
|   |  | SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO |  |   | CARGAS PERMANENTES    |
| Fin de línea.                           | L  | No aplica                         |  | DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES   | No aplica             |
|   | V  | CARGAS PERMANENTES                |  |   | No aplica             |
|   | T  | VIENTO                            |  |   |                       |
|   | 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



PROYECTO DE LÍNEA AÉREA- SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN 15 KV PARA

PSF APOLO II - MEMORIA

Zona B y C

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



PROYECTO DE LÍNEA AÉREA- SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN 15 KV PARA

PSF APOLO II - MEMORIA

|                       |   |  |  |  |   |
|-----------------------|---|--|--|--|---|
| Anclaje de Alineación | V | CARGAS PERMANENTES (SOMET VIENTO)              | CARGAS PERMANENTES (HIELO MINIMA)                              | CARGAS PERMANENTES (HIELO MINIMA Y VIENTO A 60 km/h )            | CARGAS PERMANENTES (HIELO MINIMA)<br>CARGAS PERMANENTES (HIELO MINIMA Y VIENTO A 60 km/h ) – CATEGORIA ESPECIAL               |
|                       | T | VIENTO<br>SÓLO ÁNGULO:<br>RESULTANTE DE ÁNGULO | ALIEACIÓN:<br>No se aplica.<br>ÁNGULO:<br>RESULTANTE DE ÁNGULO | VIENTO A 60 km/h Y HIELO<br>SÓLO ÁNGULO:<br>RESULTANTE DE ÁNGULO | ALINEACIÓN:<br>No se aplica.<br>*ÁNGULO:<br>RESULTANTE DE ÁNGULO  |
| Fin de línea          | L | No aplica.                                     |  |  | DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES   |
|                       | V | CARGAS PERMANENTES                             | CARGAS PERMANENTES (HIELO MINIMA)                              | CARGAS PERMANENTES (HIELO MINIMA Y VIENTO A 60 km/h )            | ROTURA DE CONDUCTORES   |
|                       | T | VIENTO   | No aplica.   | VIENTO A 60 km/h Y HIELO   | CARGAS PERMANENTES (HIELO MINIMA)<br>CARGAS PERMANENTES (HIELO MINIMA Y VIENTO A 60 km/h ) – CATEGORIA ESPECIAL<br>No aplica. |
|                       | L | DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES                    | DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES                                    |  |   |
| 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. Coeficientes de seguridad

Ver ANEXO 7 “Coeficientes 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.
- Fv = Esfuerzo del viento sobre la estructura en Kg.
- ht = Altura total del apoyo en m.

Por otra parte, el momento resistente al vuelco es:

$$M_r = M_1 + M_2$$

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

Siendo:

- M1 = Momento debido al empotramiento lateral del terreno.
- M2 = Momento debido a las cargas verticales.
- K = Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 metros de profundidad (Kg/cm<sup>2</sup> x 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 3.5 de la memoria descriptiva.

## 1.8. AISLAMIENTO Y HERRAJES

### 1.8.1. 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.

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

En el caso que nos ocupa tenemos una cadena de aisladores con un coeficiente de seguridad de: COMP-20-70-425 ; C.S. = 7000 / 780 = 8,97.

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).

Página 42 de 71

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 43/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |

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.

### 1.8.2. 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.

$$GA\_1; \text{ C.S. } = 4000 / 780 = 5,13$$

$$GS\_1; \text{ C.S. } = 3000 / 780 = 3,85$$

$$HB\_11; \text{ C.S. } = 7500 / 780 = 9,62$$

$$R-11; \text{ C.S. } = 7000 / 780 = 8,97$$

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 44/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |



## 2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS TRAMO AÉREO POR CIRCUITO:

### 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:  $R_L = [1,12639 (Km) \cdot 0,4261 (\Omega/Km)] / 1 = 0,4800 (\Omega)$

### 2.2. Reactancia del conductor:

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

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

- 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:

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

Por lo tanto  $X = 0,4082 \Omega/Km.$

### 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-78 (67-AL1/11-ST1A), de 78,6 mm<sup>2</sup> de sección y configuración 6+1 la densidad de corriente máxima admisible es la siguiente:

$$D_{\max.\text{adm}} = 3.1964 \text{ A/mm}^2.$$

### 2.4. Intensidad máxima admisible:

La corriente máxima que puede circular por nuestro cable LA-78 (67-AL1/11-ST1A), elegido, teniendo en cuenta que tiene una sección de 78,6 mm<sup>2</sup>, es de:

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

Siendo:

- I = Intensidad de corriente máxima en A.
- S = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- D<sub>max.adm</sub> = Densidad de corriente máxima soportada por el cable (A/mm<sup>2</sup>).

Entonces:

$$I_{\max} = 3,1964\text{A/mm} * 78,6\text{mm} * 1 = 251,2353 \text{ A}$$

### 2.5. Potencia máxima a transportar:

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

$$P_{\max} = \sqrt{3} * V * \cos \phi * I_{\max}$$

Siendo:

- P = Potencia en kW.

- V = tensión en kV.

-  $\cos\phi$  = Factor de potencia .

Entonces:  $P_{\max} = \sqrt{3} * 0,8 * 15 \text{ kV} * 251,2353 \text{ A} = 5222 \text{ kW}$

## 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:

$$e = \sqrt{3} * 251,2353 \text{ (A)} * 1,13 \text{ (Km)} * [ 0,43 \text{ (}\Omega/\text{Km)} * 0,8 + 0,4082 \text{ (}\Omega/\text{Km)} * 0,6 ] = 287,1322$$

En tanto por ciento, la caída de tensión en la línea será de 1,9142 % 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:

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

Por lo tanto la potencia perdida es de:

$$Pp = 3 * 0,43 \text{ (}\Omega/\text{Km)} * 251,2353^2 \text{ (A)} * 1,13 \text{ (Km)} = 90,8830 \text{ kW}$$

Lo que supone un 1,7404 % de la máxima potencia transportada.

## 2.8. Rendimiento de la línea:

Viene dado por la expresión:

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

$$\mu = (5222 \text{ (kW)} - 90,8830 \text{ (kW)}) * 100 / 5222 \text{ (kW)} = 98,2596 \text{ \%}$$

## 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.

$$\beta = 0,0089 (\mu F/Km)$$

## 2.10. Efecto corona:

La tensión crítica disruptiva:

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

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.

$$U_c = 43 (kV)$$

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  $U_s / \sqrt{3}$ , donde  $U_s$  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.

### 3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS TRAMO SUBTERRÁNEO POR CIRCUITO:

Los datos y cálculos eléctricos que se exponen en los siguientes apartados han sido determinados para las zanjas descritas en la Memoria, y suponiendo los siguientes parámetros de utilización:

|                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| Longitud de la línea:   | 662,04 m            |
| Potencia a transportar: | 5.000 kW            |
| Tensión de servicio:    | 15 KV               |
| Factor de potencia:     | Cos $\varphi=0,8$   |
| Sección del conductor:  | 400 mm <sup>2</sup> |
| Resistencia:            | 0,078 $\Omega$ /km  |

Tabla 12. 'Características de la línea de evacuación'

#### 3.1. Potencia e intensidad de cálculo

Por ser la potencia 5.000 kW y la tensión de servicio de 15 KV, la intensidad de corriente será:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{5.000 \text{ kW}}{\sqrt{3} \cdot 15 \text{ kV} \cdot 0,8} = 240,56 \text{ A}$$

Puede comprobarse por tanto que la intensidad de corriente de la línea (240,56 A), es inferior a la intensidad máxima admisible del conductor (345 A), por lo que la sección elegida del conductor es correcta.

#### 3.2. Capacidad del cable e intensidad máxima del cable

El Reglamento de Líneas de Alta Tensión fija como estándares para tendidos subterráneos de media tensión directamente enterrados las siguientes condiciones:

- Temperatura del terreno: 25°C.
- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K m/W.
- Circuito único (sin influencia térmica de otros cables en el entorno).

- Profundidad de la instalación: 1 m.

En el caso de nuestra línea, podemos decir que las condiciones se asemejan a los estándares establecidos en el RLAT, a excepción de la profundidad, que se establece en 1 m, inicialmente se contará con un solo circuito.

Así, teniendo en cuenta lo anterior, deberemos aplicar el factor de corrección de la tabla 11 “coeficientes por profundidad”.

**Tabla 11. Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m**

| Profundidad (m) | Cables enterrados de sección |                      | Cables bajo tubo de sección |                      |
|-----------------|------------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
|                 | ≤185 mm <sup>2</sup>         | >185 mm <sup>2</sup> | ≤185 mm <sup>2</sup>        | >185 mm <sup>2</sup> |
| 0,50            | 1,06                         | 1,09                 | 1,06                        | 1,08                 |
| 0,60            | 1,04                         | 1,07                 | 1,04                        | 1,06                 |
| 0,80            | 1,02                         | 1,03                 | 1,02                        | 1,03                 |
| 1,00            | 1,00                         | 1,00                 | 1,00                        | 1,00                 |
| 1,25            | 0,98                         | 0,98                 | 0,98                        | 0,98                 |
| 1,50            | 0,97                         | 0,96                 | 0,97                        | 0,96                 |
| 1,75            | 0,96                         | 0,94                 | 0,96                        | 0,95                 |
| 2,00            | 0,95                         | 0,93                 | 0,95                        | 0,94                 |
| 2,50            | 0,93                         | 0,91                 | 0,93                        | 0,92                 |
| 3,00            | 0,92                         | 0,89                 | 0,92                        | 0,91                 |

Imagen 3. 'Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m'

En el caso de la profundidad los conductores discurrirán a una distancia de 0,95 m, por lo que aplicaremos un factor de corrección de 1,0075 de acuerdo a la siguiente tabla. De esta forma, teniendo en cuenta la intensidad nominal del cableado utilizado (345 A según la tabla 6 en ITC-LAT-06 para conductores de aluminio con aislamiento directamente enterrados), y los factores de corrección a aplicar, se obtiene una intensidad máxima admisible de:

$$I_{\text{max. Adm. del conductor}} = 345 \text{ A} \times 1.0075 = 347,59 \text{ A}$$

La potencia activa máxima admisible por límite térmico viene dada por:

$$P_{\text{max}} = \sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi \cdot I_{\text{máx}}$$

$$P_{\text{apmax}} = \sqrt{3} \cdot 15 \cdot 0,8 \cdot 347,59 = 7.224,52 \text{ kW}$$

### 3.3. Caída de tensión

La caída de tensión causada por la resistencia y reactancia de un conductor (despreciando la influencia de la capacidad) viene dada por la siguiente expresión:

$$\Delta V = I \cdot (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi) \cdot L$$

Siendo:

$\Delta V$  = Caída de tensión simple en V.

I = Intensidad de la línea.

R = Resistencia 0,125 Ohm/Km.

X = Reactancia 0,102 Ohm/Km.

L = Longitud de la línea en Km: 0,653 km

$\phi$  = Angulo de fase.

Sustituyendo los valores:

$$\Delta V = I \cdot (R \cdot \cos\phi + X \cdot \sin\phi) \cdot L$$

$$\Delta V = 240,56 \cdot (0,125 \cdot 0,8 + 0,102 \cdot 0,6) \cdot 0,662 = 25,67 \text{ V}$$

$$\Delta V (\%) = 0,17 \% < 5 \% \text{ del reglamento}$$

Lo que constituye un valor insignificante con respecto a la tensión nominal.

### 3.4. Pérdida de potencia

Calculada por la expresión:

$$\Delta P = \text{Perdidas}_{\text{potencia}} (W) = 3 \cdot R \cdot I^2 \cdot L (W)$$

Donde:

- $\Delta P$  = Pérdida de la línea en Vatios.
- I=Intensidad en amperios.
- R=Resistencia del cable a 105°C en Ohmios /km.
- L = Longitud del conductor, en m.
- $P_{ap}$  = Potencia del parque

Sustituyendo los valores

$$\Delta P = 3 \cdot 0,125 \cdot 240,56^2 \cdot 0,662 = 14.366,87 \text{ W} = 14,37 \text{ kW}$$

$$\Delta P(\%) = \frac{\Delta P}{P} \times 100 = 0,28 \%$$

Por tanto, las pérdidas de potencia serán despreciables.

Dadas las características de la instalación, tanto los resultados de la caída de tensión como de la pérdida de potencia tienen poca repercusión sobre los parámetros de la red de distribución.

### 3.4.1. Sección mínima por corrientes de cortocircuito

La sección del conductor debe ser capaz de soportar las corrientes de cortocircuito en el caso de fallo en el sistema.

Este valor viene determinado por la compañía distribuidora, siendo la potencia de cortocircuito y la intensidad de cortocircuito, respectivamente:

$$S_{cc} = 416 \text{ MVA}$$

$$I_{cc} = 16,01 \text{ kA}$$

Se suponen los cables inicialmente a una temperatura de 20°C, y que los conductores al final del cortocircuito no sobrepasen los 250°C. Para comprobar si la sección elegida es suficiente para soportar la corriente de cortocircuito partiremos de los siguientes parámetros:

$I_{cc}$ : Valor eficaz de la corriente de cortocircuito, en amperios (16,01 kA).

$T$ : Duración del cortocircuito, en segundos (1 seg).

$k$ : Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de sus temperaturas al inicio y final del cortocircuito, 143 para cables con conductores de cobre, 94 para cables con conductores de aluminio.

En la hipótesis de que los conductores se hallan a la temperatura máxima de régimen, y que alcance al final del corto la admisible; el valor de la sección mínima  $S$ , en función de la duración del cortocircuito, considerando que el calentamiento es adiabático, viene dado por:

$$S = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{k} = \frac{16,01 \cdot \sqrt{1}}{94} = 170,32 \text{ mm}^2 < 240 \text{ mm}^2$$

Se comprueba que los conductores en proyecto superan al valor de 170,32 mm<sup>2</sup> Al, valor correspondiente al de la sección mínima que soporta las condiciones de cortocircuito informadas por la Compañía Suministradora:  $S_{cc} = 416 \text{ MVA}$  y el tiempo de desconexión de la falta  $t = 1 \text{ seg}$ . Se adjuntan los resultados del cálculo para las nuevas líneas AT subterráneas.



### 3.4.2. Sección mínima de las pantallas por corrientes de cortocircuito

Según el apartado 6.3 de la ITC-LAT-06, el dimensionamiento mínimo de la pantalla será tal que permita el paso de una intensidad mínima de 1000 A durante un segundo, según esto se obtiene:

$$S_{min} = \frac{1000 \cdot \sqrt{1}}{94} = 10,64 \text{ mm}^2$$

Los conductores utilizados tienen pantallas constituidas por coronas de alambres de cobre de secciones normalizadas con valores superiores al mínimo reglamentario.

## 3.5. Protecciones

### 3.5.1. Protecciones contra sobreintensidades

El centro de seccionamiento y protección a cargo de la distribuidora dispone de las correspondientes protecciones de sobreintensidad de cortocircuito y sobrecarga, dimensionadas según las características específicas de la red, que protege toda la instalación aguas abajo en la que no se disminuye la sección útil del conductor.

### 3.5.2. Protección contra sobretensiones

Las protecciones a instalar en las líneas aéreas de Alta Tensión estarán de acuerdo con lo expresado en ITC-LAT 07, 6.4.

## 3.6. Resumen de cálculos de la línea subterránea

Por último, en este apartado se procede a recopilar todos los valores de la línea subterránea del parque solar PSF APOLO II.

|              |  |  |
|--------------|--|--|
| Desde        |  | CT PSF APOLO II  |
| Hasta        |  | CONEXIÓN A UN APOYO línea 15 kV                            |
| Cálculo tipo |  | Cálculos de la intensidad conducida a través del conductor |

| Desde                                     |                 | CT PSF APOLO II |
|---|-----------------|-----------------|
| Tensión                                   | kV              | 15              |
| Tipo Cond.                                |                 | RH5Z1-1x240-AL  |
| I <sub>max</sub> . Enterrado a 1 metro    | A               | 345             |
| I <sub>max</sub> . Enterrado bajo tubo    |                 | 320             |
| K (Cte. Para el Cálculo I <sub>cc</sub> ) |                 | 94              |
| Sección                                   | mm <sup>2</sup> | 240             |
| Capacidad                                 | microF/km       | 0,358           |
| Resistencia                               | Ohm/km          | 0,125           |
| Reactancia                                | Ohm/km          | 0,102           |
| Pot max adm                               | kVA             | 8.313,84        |
| Pot Cálculo (S)                           | kVA             | 6.250,00        |
| Pot (P)                                   | kW              | 5.000           |
| I cálculo                                 | A               | 240,56          |
| Cos phi                                   |                 | 0,8             |
| sen phi                                   |                 | 0,6             |
| Longitud                                  | km              | 0,662           |
| Caida de Tensión                          | V               | 44,46           |
|   | %               | 0,30            |
| Pérdida de potencia                       | W               | 14.366,32       |
|   | %               | 0,36            |




#### 4. 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.

En Málaga, febrero de 2023



Fdo.: María Díez Ruiz

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29                                      | PÁGINA 55/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ |               |
|  |                                |   |               |

## ANEXOS

### ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Datos generales de la línea

ANEXO 2.1: Distancias. Fines de línea S

ANEXO 2.2: Distancias. Alineaciones S

ANEXO 2.3: Distancias. Alineaciones B

ANEXO 3.1: Esfuerzos. Primera hipótesis

ANEXO 3.2: Esfuerzos. Segunda hipótesis

ANEXO 3.3: Esfuerzos. Tercera hipótesis

ANEXO 3.4: Esfuerzos. Cuarta hipótesis Fase

ANEXO 4: Detalle de los apoyos

ANEXO 5: Tabla de tendido

ANEXO 6: Tensiones y flechas

ANEXO 7: Coeficientes de seguridad

ANEXO 8: Cimentaciones


ANEXO 9: Cálculos eléctricos

ANEXO 10: RBDA



## ANEXO 1

### Datos generales de la línea

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29                                      | PÁGINA 57/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ |               |
|  |                                |   |               |

## DATOS DE LA LÍNEA

| Datos de la línea              | Fase                   | Protección |
|--------------------------------|------------------------|------------|
| TENSIÓN (KV)                   | 15                     |            |
| CONDUCTOR                      | LA-78 (67-AL1/11-ST1A) |            |
| NÚMERO FASES                   | 3                      |            |
| NÚMERO COND/FASE               | 1                      |            |
| LONGITUD CADENA SUSPENSIÓN (m) | 0,58                   |            |
| LONGITUD CADENA AMARRE (m)     | 0,58                   |            |
| ALTURA DEL PUENTE (m)          | 0,58                   |            |
| TEMPERATURA MAX. TENDIDO (°C)  | 50                     |            |
| VELOCIDAD VIENTO (Km/h)        | 120                    |            |

## DATOS DEL CONDUCTOR

| Datos del conductor                   | Fase    | Protección 1 | Protección 2 |
|---------------------------------------|---------|--------------|--------------|
| DIÁMETRO (MM)                         | 11,34   |              |              |
| PESO (KG/M)                           | 0,272   |              |              |
| CARGA DE ROTURA (Kg):                 | 2360    |              |              |
| SECCIÓN (MM2)                         | 78,6    |              |              |
| COEFICIENTE DE DILATACIÓN             | 1,91E-5 |              |              |
| MÓDULO ELASTICIDAD (Kg/mm2)           | 8100    |              |              |
| EDS Max. Zona A (%)                   | 15      |              |              |
| EDS Max. Zona B (%)                   | 15      |              |              |
| EDS Max. Zona C (%)                   | 15      |              |              |
| SOBRECARGA VIENTO 120 Km/h (Kg/m)     | 0,694   |              |              |
| SOBRECARGA VIENTO 1/2 120Km/h (Kg/m)  | 0,347   |              |              |
| ÁNGULO OSCILACIÓN 120Km/h (°)         | 68,59   |              |              |
| PESO VIENTO 120Km/h (Kg/m)            | 0,745   |              |              |
| PESO VIENTO 1/2 120Km/h (Kg/m)        | 0,441   |              |              |
| PESO HIELO ZONA B (Kg/m)              | 0,890   |              |              |
| PESO HIELO ZONA C (Kg/m)              | 1,508   |              |              |
| COMPOSICIÓN NÚM. HILOS ALUMINIO+ACERO | 6+1     |              |              |
| RESISTENCIA A 20°C (Ohmios/Km)        | 0,4261  |              |              |

Proyecto: Línea 15 kV Apolo II

Página 1 / 2




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           | 150,26    | 0              | 766       | 261,73               |                    | 6,94                                 | A    | Normal       | SI                  |
| 2      | AL-SU   | 150,26      | 103,81    | 766            | 766       | 262,47               |                    | 8,81                                 | A    | Normal       | SI                  |
| 3      | AN-AM   | 103,81      | 155,65    | 766            | 780       | 263,53               | 182,83             | 8,9                                  | A    | Normal       | SI                  |
| 4      | AN-AM   | 155,65      | 123,61    | 780            | 746       | 262,44               | 181,6              | 9,28                                 | A    | Normal       | SI                  |
| 5      | AL-SU   | 123,61      | 109,39    | 746            | 746       | 270,98               |                    | 8,81                                 | A    | Normal       | NO                  |
| 6      | AN-AM   | 109,39      | 122,98    | 746            | 741       | 276,54               | 195,45             | 7,75                                 | A    | Normal       | SI                  |
| 7      | AL-SU   | 122,98      | 100,52    | 741            | 741       | 289,47               |                    | 11,19                                | A    | Normal       | SI                  |
| 8      | AN-AM   | 100,52      | 145,35    | 741            | 762       | 301,54               | 132,31             | 12,12                                | A    | Normal       | NO                  |
| 9      | AN-AM   | 145,35      | 114,82    | 762            | 743       | 328,1                | 141,36             | 12,12                                | A    | Normal       | NO                  |
| 10     | FL      | 114,82      | 0         | 743            | 0         | 337,59               |                    | 9,14                                 | A    | Normal       | NO                  |



## ANEXO 2.1

Distancias. Fines de línea S

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 60/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |





DISTANCIAS FINES DE LÍNEA "S"

Tensión de la línea [kV]: 15

Oscilación puente [m]: 0,2

Configuración Simplex.

Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 0,58

Distancia a masa exigida (Del) [m]: 0,16

Longitud cadena aisladores amarre [m]: 0,58

Altura puente [m]: 0,58

Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 5,3

Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]: 5,3

Oscilación puente [°]: 20

Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 1,75

Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 1,75

Diámetro conductor [mm]: 11,34

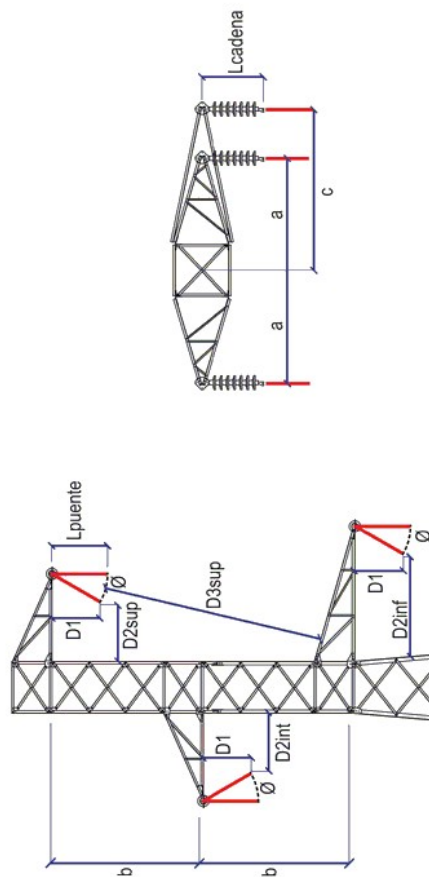
Peso conductor [Kg/m]: 0,27

Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,35

| Num. apoyo |  | Func. apoyo | Tipo torre | Tipo armado | Altura util conductor replanteo | Altura util conductor definitivo | Características del armado (m) |     |     |     | Comprobación aborcamiento con alturas definitivas |       |                                  | Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m) |                               |                                   | Comprobación dist. entre conductores en el vano (m) |                                    |        | Comprobación dist. a masa (m) |       |       |       |       |       |      |      |     |
|------------|--|-------------|------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----|-----|-----|---|-------|----------------------------------|--|-------------------------------|-----------------------------------|---|------------------------------------|--------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|
|            |  |             |            |             |                                 |                                  | "a"                            | "b" | "c" | "h" | b (°) Máx admisible                               | b (°) | Dist entre fases exigida mínima. | Distancia existente Fase-Fase                        | Distancia existente Fase-Prot | Dist. entre fases exlg. Vano ant. | Dist.exist. fase-prot. Vano post.                   | Dist. entre fases exlg. Vano post. | Lpuent | D1                            | D2sup | D2int | D2inf | D3sup | D3int |      |      |     |
| 1          |  | FL          |            | HA-3500-10  | S                               | 6,94                             | 7,99                           | 1,4 | 1,5 | 1,5 | ---   |       |                                  | 1,31   | 2,8                           | ---                               |   | ---                                | 1,41   | ---                           |       | 0,58  | 0,55  | 0,74  | 0,74  | 0,73 | 1,69 | --- |
| 10         |  | FL          |            | MI-3000-12  | S                               | 9,14                             | 10,14                          | 1,5 | 1,5 | 1,5 | ---   |       |                                  | 1,06   | 3                             | ---                               |   | 1,06                               | ---    | ---                           |       | 0,58  | 0,55  | 0,9   | 0,9   | 0,89 | 2,06 | --- |



## DISTANCIAS FINES DE LÍNEA "S"




Proyecto: Linea 15 kV Apolo II

|   |                                |   |               |
|---|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                 |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 62/167 |
| VERIFICACIÓN  | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |



## ANEXO 2.2

### Distancias. Alineaciones S

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 63/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |



## DISTANCIAS ALINEACIONES "S"

Tensión de la línea [kV]: 15  
Configuración Simplex.  
Distancia a masa exigida (Del) [m]: 0,16  
Altura puente [m]: 0,58  
Oscilación puente [°]: 20

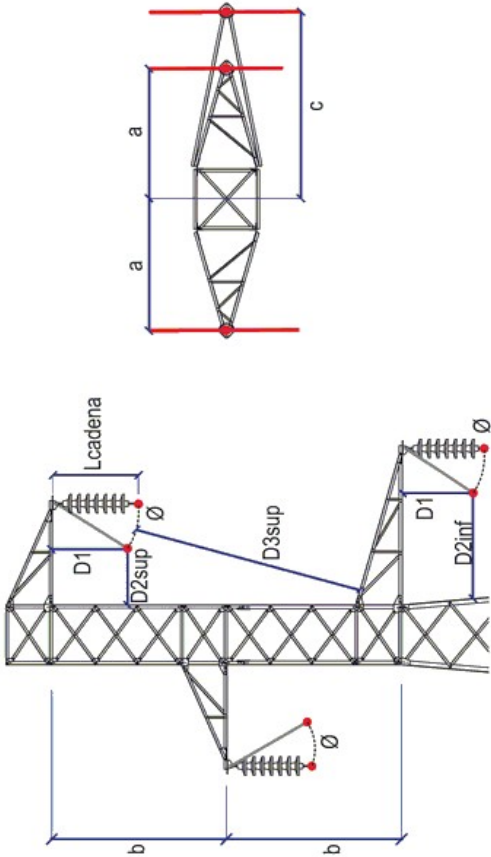
Oscilación puente [m]: 0,2  
Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 0,58  
Longitud cadena aisladores amarre [m]: 0,58  
Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 5,3  
Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]: 5,3

Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 1,75  
Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 1,75  
Diámetro conductor [mm]: 11,34  
Peso conductor [Kg/m]: 0,27  
Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,35

| 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) |      |       |       |  |
|------------|-------------|------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------|------|-----|-------|---|--------------|----------------------------------|-------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---|------|------|-------|-------------------------------|------|-------|-------|--|
|            |             |            |             |                                 |                                  | "b"                            | "a"  | "c"  | "h" | b (°) | b (°) Máx admisible                               | Estado apoyo | Dist entre fases exigida mínima. | Distancia existente Fase-Fase | Distancia existente Fase-Prot                        | Dist entre fases exlg. Vano ant. | Dist exist. fase-prot. Vano ant. | Dist entre fases exlg. Vano post. | Dist exist. fase-prot. Vano post.                   | L    | D1   | D2sup | D2int                         | D2mf | D3sup | D3int |  |
| 2          | AL-SU       | C-500-14   | S           | 8,23                            | 9,13                             | 1,2                            | 1,25 | 1,25 | --- | 51,84 | 69,9  | OK           | 1,41                             | 2,4                           | ---  | 1,41                             | ---                              | 1,09                              | ---   | 0,58 | 0,36 | 0,52  | 0,52                          | 0,52 | 1,48  | ---   |  |
| 5          | AL-SU       | C-500-14   | S           | 8,23                            | 9,13                             | 1,2                            | 1,25 | 1,25 | --- | 49,13 | 69,9  | OK           | 1,24                             | 2,4                           | ---  | 1,24                             | ---                              | 1,14                              | ---   | 0,58 | 0,38 | 0,57  | 0,57                          | 0,57 | 1,48  | ---   |  |
| 7          | AL-SU       | C-500-16   | S           | 10,61                           | 11,09                            | 1,2                            | 1,25 | 1,25 | --- | 55,49 | 69,9  | OK           | 1,24                             | 2,4                           | ---  | 1,24                             | ---                              | 1,09                              | ---   | 0,58 | 0,33 | 0,51  | 0,51                          | 0,5  | 1,48  | ---   |  |



DISTANCIAS ALINEACIONES "S"




Proyecto: Línea 15 kV Apolo II

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 65/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |



## ANEXO 2.3

### Distancias. Alineaciones B

|   |                                |   |               |
|---|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                 |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 66/167 |
| VERIFICACIÓN  | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |



DISTANCIAS ÁNGULOS "S"

Tensión de la línea [kV]: 15

Oscilación puente [m]: 0,2

Configuración Simplex.

Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 0,58

Distancia a masa exigida (Del) [m]: 0,16

Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 5,3

Altura puente [m]: 0,58

Oscilación puente [°]: 20

Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 1,75

Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 1,75

Diámetro conductor [mm]: 11,34

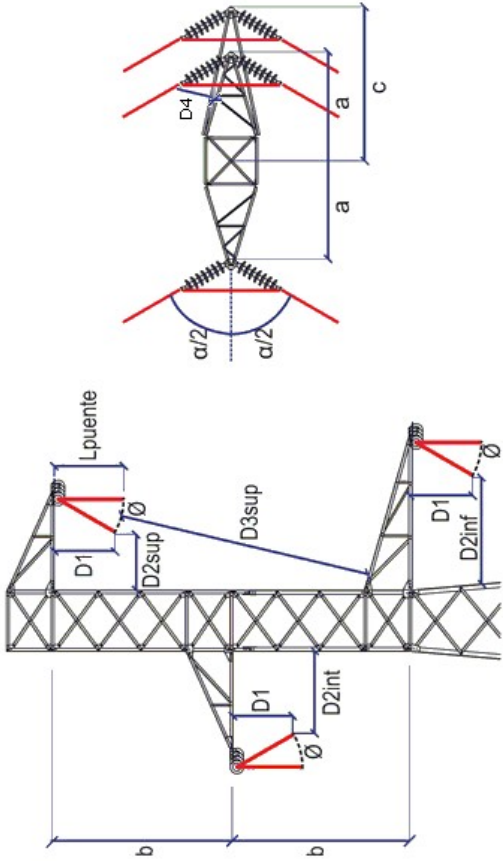
Peso conductor [Kg/m]: 0,27

Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,35

| 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) |       |      |       |       |      |
|------------|-------------|------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------|------|-----|---|---------------------|--------------|----------------------------------|--|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|-----------------------------------|--------|------|-------------------------------|-------|------|-------|-------|------|
|            |             |            |             |                                 |                                  | "b"                            | "a"  | "c"  | "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   | D2sup                         | D2int | D2mf | D3sup | D3int | D4   |
| 3          | AN-AM       | C-2000-14  | S           | 8,9                             | 9,14                             | 1,2                            | 1,25 | 1,25 | --- | 1,32  | 2,4                 | ---          | 1,09                             | ---  | ---                           | 1,32                             | ---                              | 1,32  | ---                               | 0,58   | 0,55 | 0,72                          | 0,72  | 0,71 | 1,45  | ---   | 0,54 |
| 4          | AN-AM       | C-2000-16  | S           | 9,28                            | 11,09                            | 1,2                            | 1,25 | 1,25 | --- | 1,32  | 2,4                 | ---          | 1,32                             | ---  | ---                           | 1,24                             | ---                              | 1,24  | ---                               | 0,58   | 0,55 | 0,71                          | 0,71  | 0,7  | 1,44  | ---   | 0,54 |
| 6          | AN-AM       | C-500-14   | S           | 7,75                            | 8,51                             | 1,8                            | 1,25 | 1,25 | --- | 1,13  | 3,08                | ---          | 1,14                             | ---  | ---                           | 1,24                             | ---                              | 1,24  | ---                               | 0,58   | 0,55 | 0,78                          | 0,78  | 0,76 | 2,5   | ---   | 0,56 |
| 8          | AN-AM       | MI-2500-14 | S           | 12,12                           | 12,18                            | 1,5                            | 1,5  | 1,5  | --- | 1,27  | 2,99                | ---          | 1,09                             | ---  | ---                           | 1,27                             | ---                              | 1,27  | ---                               | 0,58   | 0,55 | 0,61                          | 0,61  | 0,59 | 1,92  | ---   | 0,37 |
| 9          | AN-AM       | MI-2000-14 | S           | 12,12                           | 12,26                            | 1,5                            | 1,5  | 1,5  | --- | 1,27  | 3                   | ---          | 1,27                             | ---  | ---                           | 1,06                             | ---                              | 1,06  | ---                               | 0,58   | 0,55 | 0,64                          | 0,64  | 0,63 | 1,94  | ---   | 0,4  |



DISTANCIAS ÁNGULOS "S"




|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 68/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |





## ANEXO 3.1

### Esfuerzos. Primera hipótesis

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29                                      | PÁGINA 69/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ |               |
|  |                                |   |               |




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

| ESFUERZOS VERTICALES |               |              |                    | ESFUERZOS HORIZONTALES |                 |            |             |              |                 |              |             |              |                           |                         |
|----------------------|---------------|--------------|--------------------|------------------------|-----------------|------------|-------------|--------------|-----------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------|-------------------------|
| Número apoyo         | Función apoyo | Tipo cruceta | Torre seleccionada | Fase (Kg)              | Protección (Kg) | Total (Kg) | Fase (Kg)   |              | Protección (Kg) |              | Total (Kg)  |              | Esfuerzo equivalente (Kg) | Momento torsor (Kg x m) |
|                      |               |              |                    |                        |                 |            | Transversal | Longitudinal | Transversal     | Longitudinal | Transversal | Longitudinal |                           |                         |
| 1                    | FL            | S            | HA-3500            | 23                     |                 | 69         | 72          | 958          |                 |              | 215         | 2872         | 3088                      | 1436                    |
| 2                    | AL-SU         | S            | C-500              | 44                     |                 | 133        | 117         | 0            |                 |              | 350         | 0            | 350                       | ---                     |
| 3                    | AN-AM         | S            | C-2000             | 56                     |                 | 168        | 385         | 14           |                 |              | 1154        | 43           | 1197                      | 18                      |
| 4                    | AN-AM         | S            | C-2000             | 30                     |                 | 89         | 408         | 40           |                 |              | 1224        | 120          | 1344                      | 50                      |
| 5                    | AL-SU         | S            | C-500              | 37                     |                 | 112        | 86          | 0            |                 |              | 259         | 0            | 259                       | ---                     |
| 6                    | AN-AM         | S            | C-500              | 17                     |                 | 50         | 181         | 6            |                 |              | 543         | 19           | 562                       | 8                       |
| 7                    | AL-SU         | S            | C-500              | 38                     |                 | 115        | 104         | 0            |                 |              | 313         | 0            | 313                       | ---                     |
| 8                    | AN-AM         | S            | MI-2500            | 23                     |                 | 69         | 847         | 10           |                 |              | 2541        | 30           | 2571                      | 15                      |
| 9                    | AN-AM         | S            | MI-2000            | 75                     |                 | 224        | 761         | 12           |                 |              | 2283        | 36           | 2319                      | 18                      |
| 10                   | FL            | S            | MI-3000            | 33                     |                 | 98         | 45          | 743          |                 |              | 136         | 2229         | 2365                      | 1114                    |



## ANEXO 3.2

### Esfuerzos. Segunda hipótesis

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 71/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |




Esfuerzos. 2ª HIPÓTESIS (Hielo)

| ESFUERZOS VERTICALES |               |              |                    |           | ESFUERZOS HORIZONTALES |            |             |              |                 |              |             |              |                           |                         |
|----------------------|---------------|--------------|--------------------|-----------|------------------------|------------|-------------|--------------|-----------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------|-------------------------|
| Número apoyo         | Función apoyo | Tipo cruceta | Torre seleccionada | Fase (Kg) | Protección (Kg)        | Total (Kg) | Fase (Kg)   |              | Protección (Kg) |              | Total (Kg)  |              | Esfuerzo equivalente (Kg) | Momento torsor (Kg x m) |
|                      |               |              |                    |           |                        |            | Transversal | Longitudinal | Transversal     | Longitudinal | Transversal | Longitudinal |                           |                         |
| 1                    | FL            | S            | HA-3500            |           |                        |            |             |              |                 |              |             |              |                           |                         |
| 2                    | AL-SU         | S            | C-500              |           |                        |            |             |              |                 |              |             |              |                           |                         |
| 3                    | AN-AM         | S            | C-2000             |           |                        |            |             |              |                 |              |             |              |                           |                         |
| 4                    | AN-AM         | S            | C-2000             |           |                        |            |             |              |                 |              |             |              |                           |                         |
| 5                    | AL-SU         | S            | C-500              |           |                        |            |             |              |                 |              |             |              |                           |                         |
| 6                    | AN-AM         | S            | C-500              |           |                        |            |             |              |                 |              |             |              |                           |                         |
| 7                    | AL-SU         | S            | C-500              |           |                        |            |             |              |                 |              |             |              |                           |                         |
| 8                    | AN-AM         | S            | MI-2500            |           |                        |            |             |              |                 |              |             |              |                           |                         |
| 9                    | AN-AM         | S            | MI-2000            |           |                        |            |             |              |                 |              |             |              |                           |                         |
| 10                   | FL            | S            | MI-3000            |           |                        |            |             |              |                 |              |             |              |                           |                         |



## ANEXO 3.3

### Esfuerzos. Tercera hipótesis

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 73/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |




Esfuerzos. 3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio)

| ESFUERZOS VERTICALES |               |              |                    | ESFUERZOS HORIZONTALES |                 |            |             |              |                 |              |             |              |                           |                         |
|----------------------|---------------|--------------|--------------------|------------------------|-----------------|------------|-------------|--------------|-----------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------|-------------------------|
| Número apoyo         | Función apoyo | Tipo cruceta | Torre seleccionada | Fase (Kg)              | Protección (Kg) | Total (Kg) | Fase (Kg)   |              | Protección (Kg) |              | Total (Kg)  |              | Esfuerzo equivalente (Kg) | Momento torsor (Kg x m) |
|                      |               |              |                    |                        |                 |            | Transversal | Longitudinal | Transversal     | Longitudinal | Transversal | Longitudinal |                           |                         |
| 1                    | FL            | S            | HA-3500            | ---                    | ---             | ---        | ---         | ---          | ---             | ---          | ---         | ---          | ---                       | ---                     |
| 2                    | AL-SU         | S            | C-500              | 44                     |                 | 133        | 0           | 77           |                 |              | 0           | 230          | 230                       | ---                     |
| 3                    | AN-AM         | S            | C-2000             | 56                     |                 | 168        | 243         | 145          |                 |              | 728         | 435          | 1162                      | ---                     |
| 4                    | AN-AM         | S            | C-2000             | 30                     |                 | 89         | 260         | 145          |                 |              | 779         | 434          | 1213                      | ---                     |
| 5                    | AL-SU         | S            | C-500              | 37                     |                 | 112        | 0           | 60           |                 |              | 0           | 179          | 179                       | ---                     |
| 6                    | AN-AM         | S            | C-500              | 17                     |                 | 50         | 62          | 140          |                 |              | 185         | 419          | 604                       | ---                     |
| 7                    | AL-SU         | S            | C-500              | 38                     |                 | 115        | 0           | 74           |                 |              | 0           | 222          | 222                       | ---                     |
| 8                    | AN-AM         | S            | MI-2500            | 23                     |                 | 69         | 715         | 99           |                 |              | 2145        | 296          | 2440                      | ---                     |
| 9                    | AN-AM         | S            | MI-2000            | 75                     |                 | 224        | 627         | 102          |                 |              | 1880        | 307          | 2188                      | ---                     |
| 10                   | FL            | S            | MI-3000            | ---                    | ---             | ---        | ---         | ---          | ---             | ---          | ---         | ---          | ---                       | ---                     |



## ANEXO 3.4

### Esfuerzos. Cuarta hipótesis Fase

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 75/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |



ESFUERZOS. 4ª HIPÓTESIS FASE

NOTA: Se ha prescindido de la consideración de la 4ª hipótesis (excepto apoyos FL y ANC), de acuerdo a lo indicado en el punto 3.5.3 de la ITC-LAT 0


| ESFUERZOS VERTICALES |               |                           |         | ESFUERZOS HORIZONTALES |                 |            |                      |       |                      |       |                |       |            |       |                     |                                       |            |                  |      |
|----------------------|---------------|---------------------------|---------|------------------------|-----------------|------------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------|-------|------------|-------|---------------------|---------------------------------------|------------|------------------|------|
| Número apoyo         | Función apoyo | Tipo cruceta/seleccionada | Torre   | 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 x m) |      |
| 1                    | FL            | S                         | HA-3500 | 18                     |                 | 55         | 0                    | 0     | 0                    | 0     | 766            | 0     | 0          | 0     | 1531                | ---                                   | 1531       | 1531             | 2297 |
| 2                    | AL-SU         | S                         | C-500   |                        |                 |            |                      |       |                      |       |                |       |            |       |                     |                                       |            |                  |      |
| 3                    | AN-AM         | S                         | C-2000  |                        |                 |            |                      |       |                      |       |                |       |            |       |                     |                                       |            |                  |      |
| 4                    | AN-AM         | S                         | C-2000  |                        |                 |            |                      |       |                      |       |                |       |            |       |                     |                                       |            |                  |      |
| 5                    | AL-SU         | S                         | C-500   |                        |                 |            |                      |       |                      |       |                |       |            |       |                     |                                       |            |                  |      |
| 6                    | AN-AM         | S                         | C-500   |                        |                 |            |                      |       |                      |       |                |       |            |       |                     |                                       |            |                  |      |
| 7                    | AL-SU         | S                         | C-500   |                        |                 |            |                      |       |                      |       |                |       |            |       |                     |                                       |            |                  |      |
| 8                    | AN-AM         | S                         | MI-2500 |                        |                 |            |                      |       |                      |       |                |       |            |       |                     |                                       |            |                  |      |
| 9                    | AN-AM         | S                         | MI-2000 |                        |                 |            |                      |       |                      |       |                |       |            |       |                     |                                       |            |                  |      |
| 10                   | FL            | S                         | MI-3000 | 33                     |                 | 98         | 0                    | 0     | 0                    | 0     | 743            | 0     | 0          | 0     | 1486                | ---                                   | 1486       | 1486             | 2228 |





## ANEXO 4

### Detalle de los apoyos

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 77/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |



RESULTADOS

Precio total hierro (2 €/Kg): 13292 €

Precio total cimentación: 5107,25 €

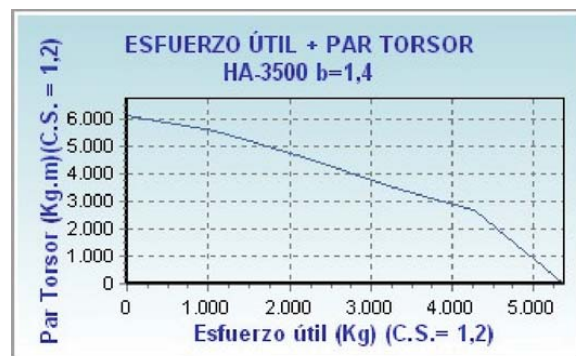
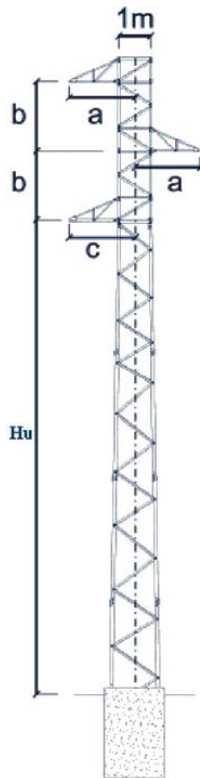
Peso total: 6646 Kg.

Volumen excavación: 28,41 m3 Volumen hormigón: 31,45 m3

| Armados N y S   |                  |               |                 |                       | Armados T y B     |                    |                    |                   | Peso<br>torre (Kg) |                         |                    |                    |                           |                       |                  |
|-----------------|------------------|---------------|-----------------|-----------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|------------------|
| Número<br>apoyo | Función<br>apoyo | Tipo<br>torre | Tipo<br>cruceta | Torre<br>seleccionada | Cabeza (m)<br>"b" | Cruceta (m)<br>"a" | Cruceta (m)<br>"c" | Cúpula (m)<br>"h" |                    | Cruceta (m)<br>"a"- "d" | Cruceta (m)<br>"b" | Ahorcam.<br>h real | Comprob.<br>Esf. Vertical | Denominacion<br>Torre | Código<br>armado |
| 1               | FL               | HA            | S               | HA-3500               | 1,4               | 1,5                | 1,5                |                   |                    |                         | OK                 | OK                 | HA-3500-10                | S1110                 | 926              |
| 2               | AL-SU            | R.U.          | S               | C-500                 | 1,2               | 1,25               | 1,25               |                   |                    |                         | OK                 | OK                 | C-500-14                  | S1220                 | 410              |
| 3               | AN-AM            | R.U.          | S               | C-2000                | 1,2               | 1,25               | 1,25               |                   |                    |                         | OK                 | OK                 | C-2000-14                 | S1220                 | 622              |
| 4               | AN-AM            | R.U.          | S               | C-2000                | 1,2               | 1,25               | 1,25               |                   |                    |                         | OK                 | OK                 | C-2000-16                 | S1220                 | 715              |
| 5               | AL-SU            | R.U.          | S               | C-500                 | 1,2               | 1,25               | 1,25               |                   |                    |                         | OK                 | OK                 | C-500-14                  | S1220                 | 410              |
| 6               | AN-AM            | R.U.          | S               | C-500                 | 1,8               | 1,25               | 1,25               |                   |                    |                         | OK                 | OK                 | C-500-14                  | S2220                 | 410              |
| 7               | AL-SU            | R.U.          | S               | C-500                 | 1,2               | 1,25               | 1,25               |                   |                    |                         | OK                 | OK                 | C-500-16                  | S1220                 | 467              |
| 8               | AN-AM            | MI            | S               | MI-2500               | 1,5               | 1,5                | 1,5                |                   |                    |                         | OK                 | OK                 | MI-2500-14                | S1110                 | 962              |
| 9               | AN-AM            | MI            | S               | MI-2000               | 1,5               | 1,5                | 1,5                |                   |                    |                         | OK                 | OK                 | MI-2000-14                | S1110                 | 905              |
| 10              | FL               | MI            | S               | MI-3000               | 1,5               | 1,5                | 1,5                |                   |                    |                         | OK                 | OK                 | MI-3000-12                | S1110                 | 819              |

| ALTURA<br>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" |
| 7,99               | 1,4           | 1,5          | 1,5 | ---        |               |     |     |

| ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg) |                                |                                      |  |                                       |  |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| 1ª Hip.<br>V=120 Km/h<br>C.S. = 1.5                               | 2ª Hip.<br>Hielo<br>C.S. = 1.5 | 2ª Hip.<br>H+V=60 Km/h<br>C.S. = 1.5 | 3ª Hip.<br>Desequilibrio<br>C.S. = 1.2 | 4ª Hip.<br>Rot. de Fase<br>C.S. = 1.2 | 4ª Hip.<br>Rot. de Prot.<br>C.S. = 1.2 |
| 3890  | 4090                           | 4030                                 | 5370                                   | 2660                                  |  |
| CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)                             |                                |                                      |  |                                       |  |
| 900   | 1100                           | 1100                                 | 1100                                   | 1100                                  |  |



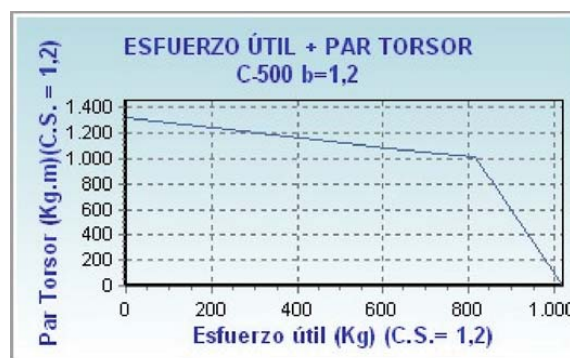
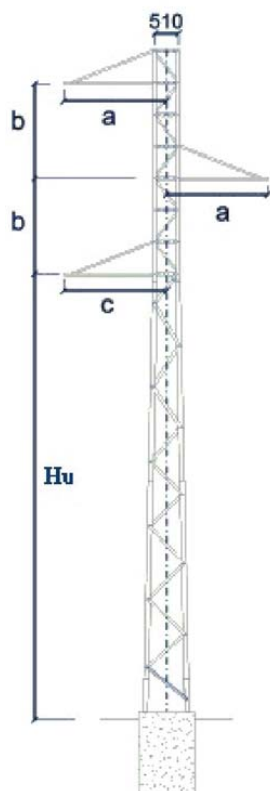
**Programa de cálculo y gestión  
de líneas aéreas de A.T.**

Version 15.1, 02/2019

**Fichas Técnicas de los apoyos**

| ALTURA<br>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" |
| 9,71               | 1,2           | 1,25         | 1,25 | ---        |               |     |     |

| ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg) |                                |                                      |  |                                       |  |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| 1ª Hip.<br>V=120 Km/h<br>C.S. = 1,5                               | 2ª Hip.<br>Hielo<br>C.S. = 1,5 | 2ª Hip.<br>H+V=60 Km/h<br>C.S. = 1,5 | 3ª Hip.<br>Desequilibrio<br>C.S. = 1,2 | 4ª Hip.<br>Rot. de Fase<br>C.S. = 1,2 | 4ª Hip.<br>Rot. de Prot.<br>C.S. = 1,2 |
| 555   | 780                            | 555                                  | 1020                                   | 835                                   |  |
| CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)                             |                                |                                      |  |                                       |  |
| 300   | 375                            | 375                                  | 375                                    | 375                                   |  |



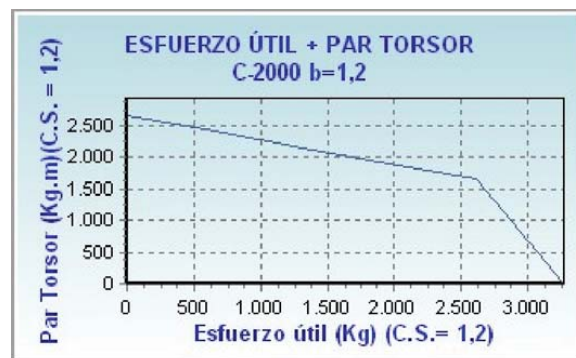
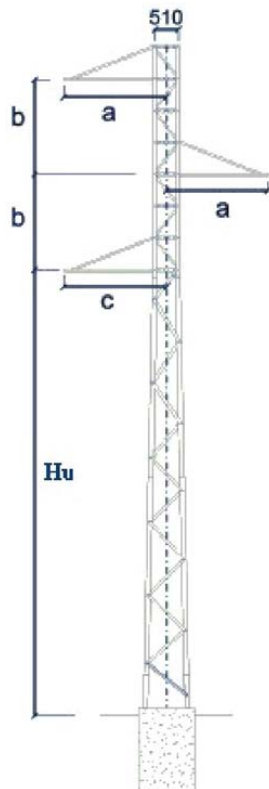
**Programa de cálculo y gestión  
de líneas aéreas de A.T.**

Version 15.1, 02/2019

**Fichas Técnicas de los apoyos**

| ALTURA<br>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" |
| 9,14               | 1,2           | 1,25         | 1,25 | ---        |               |     |     |

| ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg) |                                |                                      |  |                                       |  |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| 1ª Hip.<br>V=120 Km/h<br>C.S. = 1.5                               | 2ª Hip.<br>Hielo<br>C.S. = 1.5 | 2ª Hip.<br>H+V=60 Km/h<br>C.S. = 1.5 | 3ª Hip.<br>Desequilibrio<br>C.S. = 1.2 | 4ª Hip.<br>Rot. de Fase<br>C.S. = 1.2 | 4ª Hip.<br>Rot. de Prot.<br>C.S. = 1.2 |
| 2190  | 2580                           | 2190                                 | 3195                                   | 1655                                  |  |
| CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)                             |                                |                                      |  |                                       |  |
| 300   | 375                            | 375                                  | 375                                    | 375                                   |  |



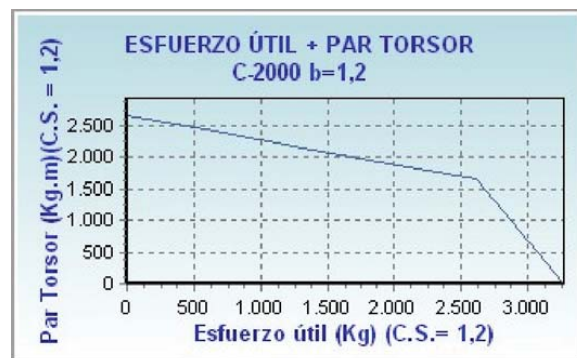
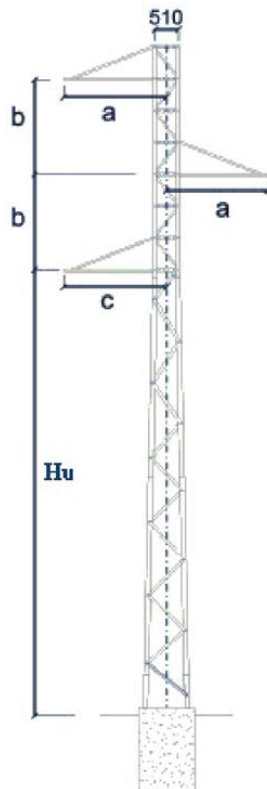
**Programa de cálculo y gestión  
de líneas aéreas de A.T.**

Version 15.1, 02/2019

**Fichas Técnicas de los apoyos**

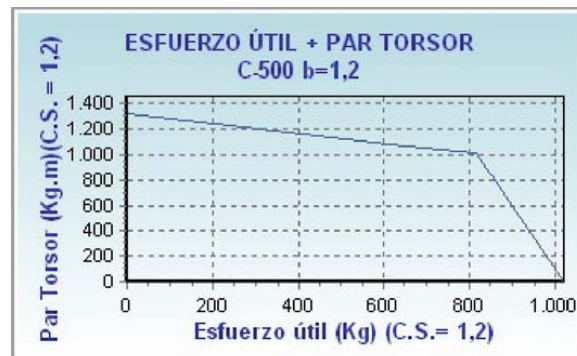
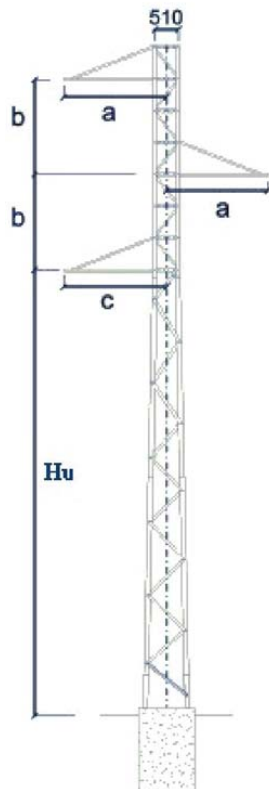
| ALTURA<br>ÚTIL (m) | ARMADOS S y N |              |      |            | ARMADOS T y B |     |     |
|--------------------|---------------|--------------|------|------------|---------------|-----|-----|
|                    | Cabeza (m)    | Crucetas (m) |      | Cúpula (m) | Crucetas (m)  |     |     |
|                    | "b"           | "a"          | "c"  |            | "a"-"d"       | "b" | "c" |
| 11,09              | 1,2           | 1,25         | 1,25 | ---        |               |     |     |

| ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg) |                                |                                      |  |                                       |  |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| 1ª Hip.<br>V=120 Km/h<br>C.S. = 1.5                               | 2ª Hip.<br>Hielo<br>C.S. = 1.5 | 2ª Hip.<br>H+V=60 Km/h<br>C.S. = 1.5 | 3ª Hip.<br>Desequilibrio<br>C.S. = 1.2 | 4ª Hip.<br>Rot. de Fase<br>C.S. = 1.2 | 4ª Hip.<br>Rot. de Prot.<br>C.S. = 1.2 |
| 2190  | 2580                           | 2190                                 | 3195                                   | 1655                                  |  |
| CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)                             |                                |                                      |  |                                       |  |
| 300   | 375                            | 375                                  | 375                                    | 375                                   |  |



| ALTURA<br>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" |
| 9,71               | 1,2           | 1,25         | 1,25 | ---        |               |     |     |

| ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg) |                                |                                      |  |                                       |  |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| 1ª Hip.<br>V=120 Km/h<br>C.S. = 1,5                               | 2ª Hip.<br>Hielo<br>C.S. = 1,5 | 2ª Hip.<br>H+V=60 Km/h<br>C.S. = 1,5 | 3ª Hip.<br>Desequilibrio<br>C.S. = 1,2 | 4ª Hip.<br>Rot. de Fase<br>C.S. = 1,2 | 4ª Hip.<br>Rot. de Prot.<br>C.S. = 1,2 |
| 555   | 780                            | 555                                  | 1020                                   | 835                                   |  |
| CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)                             |                                |                                      |  |                                       |  |
| 300   | 375                            | 375                                  | 375                                    | 375                                   |  |



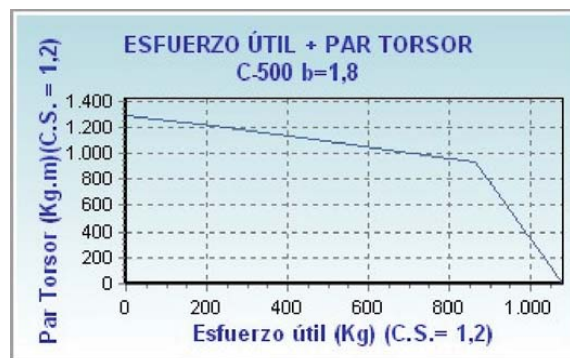
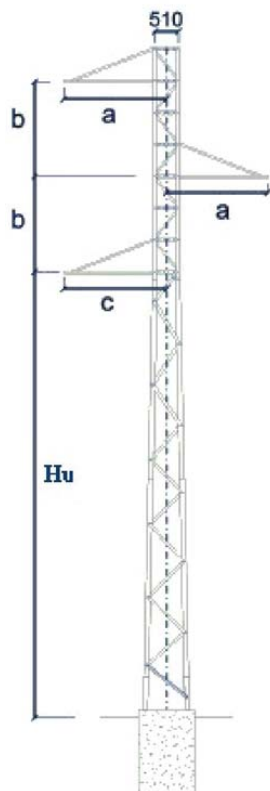
**Programa de cálculo y gestión  
de líneas aéreas de A.T.**

Version 15.1, 02/2019

**Fichas Técnicas de los apoyos**

| ALTURA<br>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" |
| 8,51               | 1,8           | 1,25         | 1,25 | ---        |               |     |     |

| ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg) |                                |                                      |  |                                       |  |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| 1ª Hip.<br>V=120 Km/h<br>C.S. = 1.5                               | 2ª Hip.<br>Hielo<br>C.S. = 1.5 | 2ª Hip.<br>H+V=60 Km/h<br>C.S. = 1.5 | 3ª Hip.<br>Desequilibrio<br>C.S. = 1.2 | 4ª Hip.<br>Rot. de Fase<br>C.S. = 1.2 | 4ª Hip.<br>Rot. de Prot.<br>C.S. = 1.2 |
| 570   | 825                            | 570                                  | 1065                                   | 835                                   |  |
| CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)                             |                                |                                      |  |                                       |  |
| 300   | 375                            | 375                                  | 375                                    | 375                                   |  |





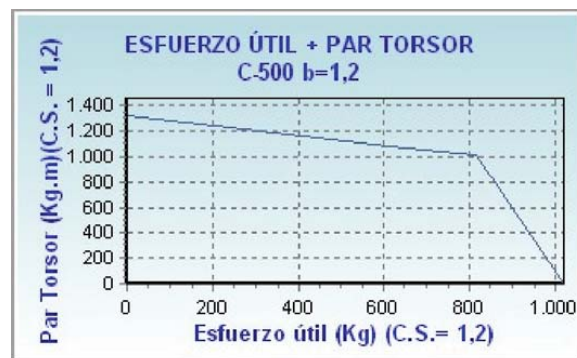
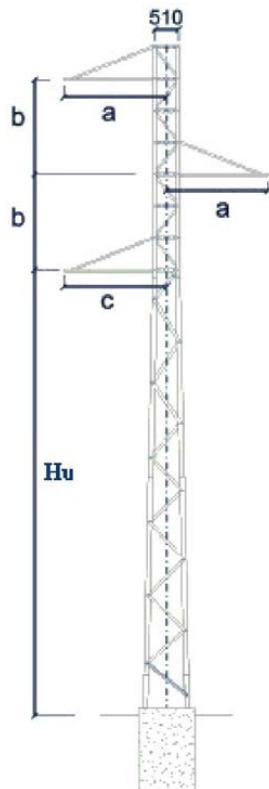
**Programa de cálculo y gestión  
de líneas aéreas de A.T.**

Version 15.1, 02/2019

**Fichas Técnicas de los apoyos**

| ALTURA<br>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" |
| 11,67              | 1,2           | 1,25         | 1,25 | ---        |               |     |     |

| ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg) |                                |                                      |  |                                       |  |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| 1ª Hip.<br>V=120 Km/h<br>C.S. = 1,5                               | 2ª Hip.<br>Hielo<br>C.S. = 1,5 | 2ª Hip.<br>H+V=60 Km/h<br>C.S. = 1,5 | 3ª Hip.<br>Desequilibrio<br>C.S. = 1,2 | 4ª Hip.<br>Rot. de Fase<br>C.S. = 1,2 | 4ª Hip.<br>Rot. de Prot.<br>C.S. = 1,2 |
| 555   | 780                            | 555                                  | 1020                                   | 835                                   |  |
| CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)                             |                                |                                      |  |                                       |  |
| 300   | 375                            | 375                                  | 375                                    | 375                                   |  |



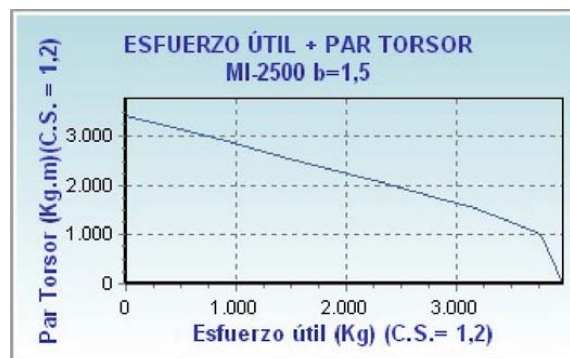
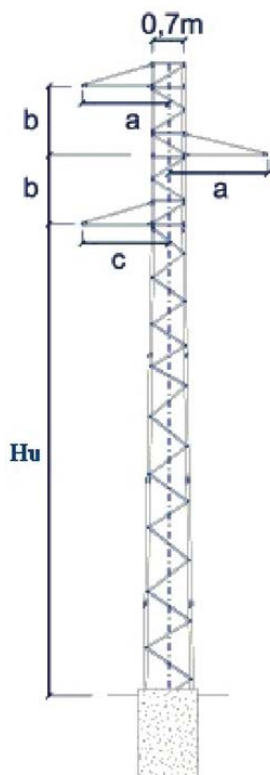
**Programa de cálculo y gestión  
de líneas aéreas de A.T.**

Version 15.1, 02/2019

**Fichas Técnicas de los apoyos**

| ALTURA<br>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" |
| 12,18              | 1,5           | 1,5          | 1,5 | ---        |               |     |     |

| ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg) |                                |                                      |  |                                       |  |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| 1ª Hip.<br>V=120 Km/h<br>C.S. = 1.5                               | 2ª Hip.<br>Hielo<br>C.S. = 1.5 | 2ª Hip.<br>H+V=60 Km/h<br>C.S. = 1.5 | 3ª Hip.<br>Desequilibrio<br>C.S. = 1.2 | 4ª Hip.<br>Rot. de Fase<br>C.S. = 1.2 | 4ª Hip.<br>Rot. de Prot.<br>C.S. = 1.2 |
| 2775  | 3045                           | 2980                                 | 3965                                   | 1595                                  |  |
| CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)                             |                                |                                      |  |                                       |  |
| 750   | 750                            | 750                                  | 750                                    | 750                                   |  |



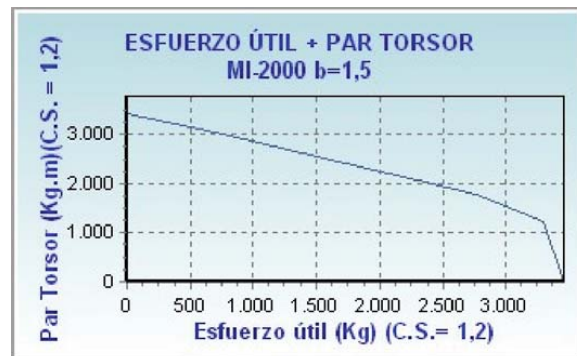
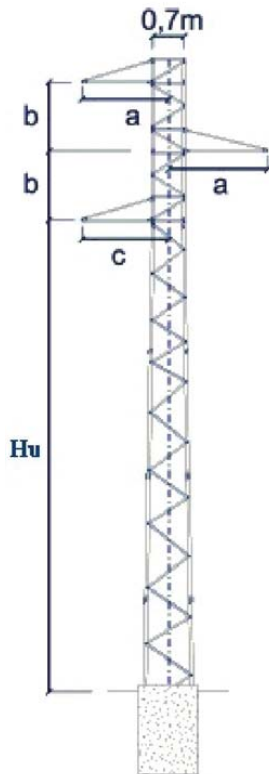
**Programa de cálculo y gestión  
de líneas aéreas de A.T.**

Version 15.1, 02/2019

**Fichas Técnicas de los apoyos**

| ALTURA<br>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" |
| 12,26              | 1,5           | 1,5          | 1,5 | ---        |               |     |     |

| ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg) |                                |                                      |  |                                       |  |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| 1ª Hip.<br>V=120 Km/h<br>C.S. = 1.5                               | 2ª Hip.<br>Hielo<br>C.S. = 1.5 | 2ª Hip.<br>H+V=60 Km/h<br>C.S. = 1.5 | 3ª Hip.<br>Desequilibrio<br>C.S. = 1.2 | 4ª Hip.<br>Rot. de Fase<br>C.S. = 1.2 | 4ª Hip.<br>Rot. de Prot.<br>C.S. = 1.2 |
| 2335  | 2645                           | 2575                                 | 3460                                   | 1595                                  |  |
| CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)                             |                                |                                      |  |                                       |  |
| 750   | 750                            | 750                                  | 750                                    | 750                                   |  |



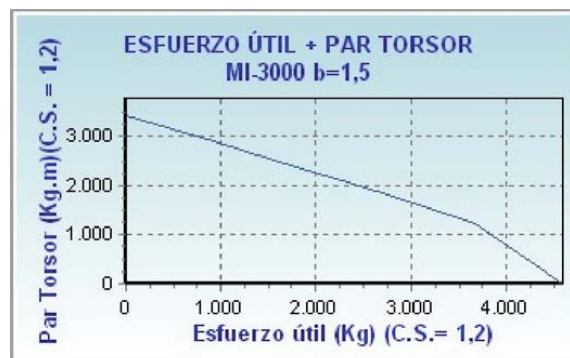
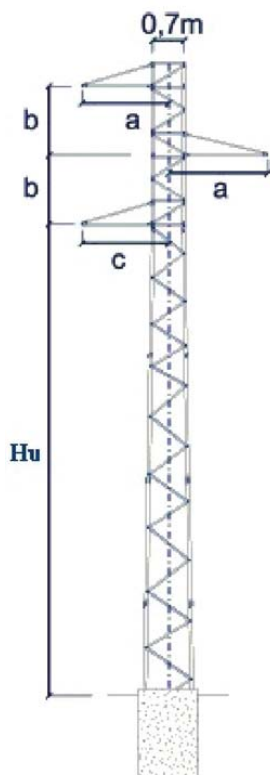
**Programa de cálculo y gestión  
de líneas aéreas de A.T.**

Version 15.1, 02/2019

**Fichas Técnicas de los apoyos**

| ALTURA<br>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" |
| 10,14              | 1,5           | 1,5          | 1,5 | ---        |               |     |     |


| ESFUERZOS ÚTILES EQUIVALENTES CON ARMADO SIN CARGA EN CÚPULA (Kg) |                                |                                      |  |                                       |  |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| 1ª Hip.<br>V=120 Km/h<br>C.S. = 1.5                               | 2ª Hip.<br>Hielo<br>C.S. = 1.5 | 2ª Hip.<br>H+V=60 Km/h<br>C.S. = 1.5 | 3ª Hip.<br>Desequilibrio<br>C.S. = 1.2 | 4ª Hip.<br>Rot. de Fase<br>C.S. = 1.2 | 4ª Hip.<br>Rot. de Prot.<br>C.S. = 1.2 |
| 3240  | 3560                           | 3490                                 | 4600                                   | 1595                                  |  |
| CARGA VERTICAL POR FASE / CÚPULA (Kg)                             |                                |                                      |  |                                       |  |
| 750   | 750                            | 750                                  | 750                                    | 750                                   |  |





## ANEXO 5

### Tabla de tendido

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 89/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |




**TABLA DE TENDIDO**  
**CONDUCTOR DE FASE: LA-78**  
Diámetro (mm): 11,34      Coef. Dilatación (°C): 1,91E-5  
Peso (Kg/m): 0,272      Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 8100  
Sección (mm2): 78,6      Carga Rótura (Kg): 2360

| 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.) | Flèche (m) | Tensión (Kg.) | Flèche (m) | Tensión (Kg.) | Flèche (m) | Tensión (Kg.) | Flèche (m) | Tensión (Kg.) | Flèche (m) | Tensión (Kg.) | Flèche (m) | Tensión (Kg.) | Flèche (m) | Tensión (Kg.) | Flèche (m) | Tensión (Kg.) | Flèche (m) | Tensión (Kg.) | Flèche (m) | Tensión (Kg.) | Flèche (m) | Tensión (Kg.) | Flèche (m) |
| 1-2  | A    | 150            | 2,03                        | 133           | 474           | 1,62       | 439           | 1,75       | 407           | 1,88       | 379           | 2,03       | 354           | 2,17       | 332           | 2,32       | 312           | 2,46       | 295           | 2,61       | 279           | 2,75       | 266           | 2,89       | 253           | 3,03       | 243           | 3,17       |
| 2-3  | A    | 104            | 1,73                        | 133           | 474           | 0,77       | 439           | 0,83       | 407           | 0,9        | 379           | 0,97       | 354           | 1,04       | 332           | 1,1        | 312           | 1,17       | 295           | 1,24       | 279           | 1,31       | 266           | 1,38       | 253           | 1,45       | 243           | 1,51       |
| 3-4  | A    | 156            | -0,71                       | 156           | 439           | 1,87       | 412           | 2          | 388           | 2,12       | 366           | 2,25       | 346           | 2,38       | 329           | 2,51       | 313           | 2,63       | 299           | 2,76       | 286           | 2,88       | 275           | 3          | 265           | 3,12       | 255           | 3,23       |
| 4-5  | A    | 124            | 7,48                        | 117           | 493           | 1,06       | 453           | 1,15       | 416           | 1,25       | 383           | 1,36       | 354           | 1,47       | 328           | 1,59       | 306           | 1,7        | 286           | 1,82       | 269           | 1,94       | 254           | 2,05       | 240           | 2,17       | 229           | 2,28       |
| 5-6  | A    | 109            | 5,09                        | 117           | 493           | 0,83       | 453           | 0,9        | 416           | 0,98       | 383           | 1,06       | 354           | 1,15       | 328           | 1,24       | 306           | 1,33       | 286           | 1,42       | 269           | 1,52       | 254           | 1,61       | 240           | 1,69       | 229           | 1,78       |
| 6-7  | A    | 123            | 15,79                       | 113           | 498           | 1,04       | 456           | 1,14       | 418           | 1,24       | 384           | 1,35       | 354           | 1,46       | 327           | 1,58       | 304           | 1,71       | 284           | 1,83       | 266           | 1,95       | 251           | 2,07       | 237           | 2,19       | 225           | 2,3        |
| 7-8  | A    | 101            | 13,58                       | 113           | 498           | 0,7        | 456           | 0,76       | 418           | 0,83       | 384           | 0,9        | 354           | 0,98       | 327           | 1,06       | 304           | 1,14       | 284           | 1,22       | 266           | 1,3        | 251           | 1,38       | 237           | 1,46       | 225           | 1,54       |
| 8-9  | A    | 145            | 26,56                       | 145           | 440           | 1,66       | 411           | 1,78       | 385           | 1,9        | 361           | 2,02       | 341           | 2,14       | 322           | 2,27       | 306           | 2,39       | 291           | 2,51       | 278           | 2,63       | 266           | 2,75       | 255           | 2,86       | 246           | 2,98       |
| 9-10 | A    | 115            | 6,51                        | 115           | 496           | 0,91       | 455           | 0,99       | 418           | 1,08       | 384           | 1,17       | 354           | 1,27       | 328           | 1,37       | 305           | 1,47       | 285           | 1,58       | 267           | 1,68       | 252           | 1,78       | 238           | 1,88       | 226           | 1,98       |



## ANEXO 6

### Tensiones y flechas

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29                                      | PÁGINA 91/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ |               |
|  |                                |   |               |



## TENSIONES Y FLECHAS

### CONDUCTOR DE FASE: : LA-78

Diámetro (mm): 11,34  
Peso (Kg/m): 0,272  
Sección (mm2): 78,6  
Coef. Dilatación (°C): 1,91E-5  
Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 8100  
Carga Rotura (Kg): 2360


|      |      | Zona A            |                             | Zona B              |                      | Zona C                  |                           | Zona A                  |                           | Zona B                  |                           | Zona C                    |                           | Tens. (60°C)              |                        | Tens. (15°C+V) |                   | Tens. (0°C+H)     |               |            |      |      |  |
|------|------|-------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|----------------|-------------------|-------------------|---------------|------------|------|------|--|
|      |      | EDS 15°C (%)      | EDS 10°C (%)                | EDS 10°C (%)        | CHS (%)              | Tensión (Kg) -5°C + 12V | Tensión (Kg) -10°C + 1/2V | Tensión (Kg) -5°C + 12V | Tensión (Kg) -10°C + 1/2V | Tensión (Kg) -5°C + 12V | Tensión (Kg) -10°C + 1/2V | Tensión (Kg) -15°C + 1/2V | Tensión (Kg) -20°C + H    | Flecha (m)                | Tensión (Kg.)          | Flecha (m)     | Flecha mínima (m) | Flecha máxima (m) | Tensión (Kg.) | Flecha (m) |      |      |  |
| Vano | Zona | Longitud Vano (m) | Desnivel de conductores (m) | Vano Regulación (m) | Tensión máxima (Kg.) | EDS 15°C (%)            | EDS 10°C (%)              | EDS 10°C (%)            | CHS (%)                   | Tensión (Kg) -5°C + 12V | Tensión (Kg) -10°C + 1/2V | Tensión (Kg) -5°C + 12V   | Tensión (Kg) -10°C + 1/2V | Tensión (Kg) -15°C + 1/2V | Tensión (Kg) -20°C + H | Flecha (m)     | Tensión (Kg.)     | Flecha (m)        | Tensión (Kg.) | Flecha (m) |      |      |  |
| 1-2  | A    | 150               | 2.03                        | 133                 | 766                  | 15                      | ---                       | ---                     | 20.09                     | 586                     | ---                       | ---                       | ---                       | 766                       | ---                    | ---            | 243               | 3.17              | 666           | 3.16       | 1.62 | 3.17 |  |
| 2-3  | A    | 104               | 1.73                        | 133                 | 766                  | 15                      | ---                       | ---                     | 20.09                     | 586                     | ---                       | ---                       | ---                       | 766                       | ---                    | ---            | 243               | 1.51              | 666           | 1.51       | 0.77 | 1.51 |  |
| 3-4  | A    | 156               | -0.71                       | 156                 | 780                  | 14.68                   | ---                       | ---                     | 18.62                     | 573                     | ---                       | ---                       | ---                       | 780                       | ---                    | ---            | 255               | 3.23              | 693           | 3.26       | 1.87 | 3.26 |  |
| 4-5  | A    | 124               | 7.48                        | 117                 | 746                  | 15                      | ---                       | ---                     | 20.89                     | 587                     | ---                       | ---                       | ---                       | 746                       | ---                    | ---            | 229               | 2.28              | 637           | 2.24       | 1.06 | 2.28 |  |
| 5-6  | A    | 109               | 5.09                        | 117                 | 746                  | 15                      | ---                       | ---                     | 20.89                     | 587                     | ---                       | ---                       | ---                       | 746                       | ---                    | ---            | 229               | 1.78              | 637           | 1.75       | 0.83 | 1.78 |  |
| 6-7  | A    | 123               | 15.79                       | 113                 | 741                  | 15                      | ---                       | ---                     | 21.09                     | 588                     | ---                       | ---                       | ---                       | 741                       | ---                    | ---            | 225               | 2.3               | 630           | 2.26       | 1.04 | 2.3  |  |
| 7-8  | A    | 101               | 13.58                       | 113                 | 741                  | 15                      | ---                       | ---                     | 21.09                     | 588                     | ---                       | ---                       | ---                       | 741                       | ---                    | ---            | 225               | 1.54              | 630           | 1.51       | 0.7  | 1.54 |  |
| 8-9  | A    | 145               | 26.56                       | 145                 | 762                  | 14.43                   | ---                       | ---                     | 18.66                     | 566                     | ---                       | ---                       | ---                       | 762                       | ---                    | ---            | 246               | 2.98              | 672           | 2.98       | 1.66 | 2.98 |  |
| 9-10 | A    | 115               | 6.51                        | 115                 | 743                  | 15                      | ---                       | ---                     | 21.01                     | 588                     | ---                       | ---                       | ---                       | 743                       | ---                    | ---            | 226               | 1.98              | 633           | 1.94       | 0.91 | 1.98 |  |





## ANEXO 7

### Coeficientes de seguridad

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 93/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |



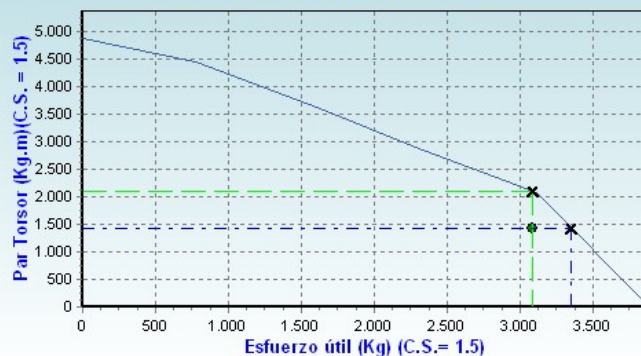
COEFICIENTES DE SEGURIDAD

|              |             |               |              | 1ª HIPÓTESIS (Viento 120 K)    |                                   |                                |            | 2ª HIPÓTESIS (Hielo)           |                                   |                                |            | Hipótesis 3ª (Desequilibrio)   |                                   |                                |            | Hipótesis 4ª (Rotura Fase) |            |                         |            | Hipótesis 4ª (Rotura Protección) |            |                         |            |                         |            |  |
|--------------|-------------|---------------|--------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------|----------------------------|------------|-------------------------|------------|----------------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|--|
| Número apoyo | Func. apoyo | Tipo de torre | Tipo de seg. | Esfuerzo equiv. incidente (Kg) | Momento torsor incidente (Kg x m) | Esfuerzo máximo admisible (Kg) | COEF. SEG. | Esfuerzo equiv. incidente (Kg) | Momento torsor incidente (Kg x m) | Esfuerzo máximo admisible (Kg) | COEF. SEG. | Esfuerzo equiv. incidente (Kg) | Momento torsor incidente (Kg x m) | Esfuerzo máximo admisible (Kg) | COEF. SEG. | Esfuerzo incidente (Kg)    | COEF. SEG. | Esfuerzo incidente (Kg) | COEF. SEG. | Esfuerzo admisible (Kg)          | COEF. SEG. | Esfuerzo incidente (Kg) | COEF. SEG. | Esfuerzo admisible (Kg) | COEF. SEG. |  |
| 1            | FL          | HA-3500       | REFO         | 3088 (1)                       | 1436 (1)                          |                                | Ver gráfi  | 0 (1)                          | ---                               |                                |            | 0                              | ---                               |                                |            |                            | 1531       | 2297                    | Ver gráfi  |                                  |            |                         |            |                         |            |  |
| 2            | AL-SU       | C-500         | REFO         | 350 (1)                        | ---                               | 555                            | 2,38       | 0 (1)                          | ---                               |                                | 5,09       | 780                            | ---                               |                                |            |                            |            |                         |            |                                  |            |                         |            |                         |            |  |
| 3            | AN-AM       | C-2000        | REFO         | 1197 (1)                       | 18 (1)                            |                                | Ver gráfi  | 0 (1)                          | ---                               |                                | 3,33       | 2580                           | ---                               | 1162 (1)                       |            |                            |            |                         |            |                                  |            |                         |            |                         |            |  |
| 4            | AN-AM       | C-2000        | REFO         | 1344 (1)                       | 50 (1)                            |                                | Ver gráfi  | 0 (1)                          | ---                               |                                | 3,19       | 2580                           | ---                               | 1213 (1)                       |            |                            |            |                         |            |                                  |            |                         |            |                         |            |  |
| 5            | AL-SU       | C-500         | NORM         | 259                            | ---                               | 555                            | 3,22       | 0                              | ---                               |                                | 6,54       | 780                            | ---                               | 179                            |            |                            |            |                         |            |                                  |            |                         |            |                         |            |  |
| 6            | AN-AM       | C-500         | REFO         | 562 (1)                        | 8 (1)                             |                                | Ver gráfi  | 0 (1)                          | ---                               |                                | 2,05       | 825                            | ---                               | 604 (1)                        |            |                            |            |                         |            |                                  |            |                         |            |                         |            |  |
| 7            | AL-SU       | C-500         | REFO         | 313 (1)                        | ---                               | 555                            | 2,66       | 0 (1)                          | ---                               |                                | 5,26       | 780                            | ---                               | 222 (1)                        |            |                            |            |                         |            |                                  |            |                         |            |                         |            |  |
| 8            | AN-AM       | MI-2500       | NORM         | 2571                           | 15                                |                                | Ver gráfi  | 0                              | ---                               |                                | 1,87       | 3045                           | ---                               | 2440                           |            |                            |            |                         |            |                                  |            |                         |            |                         |            |  |
| 9            | AN-AM       | MI-2000       | NORM         | 2319                           | 18                                |                                | Ver gráfi  | 0                              | ---                               |                                | 1,81       | 2645                           | ---                               | 2188                           |            |                            |            |                         |            |                                  |            |                         |            |                         |            |  |
| 10           | FL          | MI-3000       | NORM         | 2365                           | 1114                              |                                | Ver gráfi  | 0                              | ---                               |                                |            |                                | ---                               | 0                              |            |                            | 1486       | 2228                    | Ver gráfi  |                                  |            |                         |            |                         |            |  |

ESFUERZOS MAYORADOS:

(1) Esfuerzo mayorado un 25% acorde a un C.S: 1,875

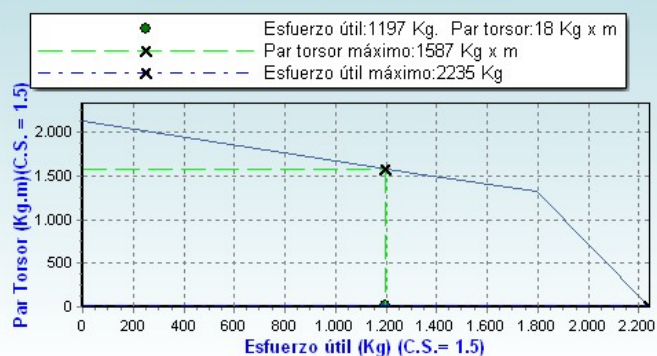
Núm. apoyo: 1 Denominación: HA-3500 b=1,4  
1ª HIPÓTESIS. (Viento 120 Km/h)  
ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR



Núm. apoyo: 1 Denominación: HA-3500 b=1,4  
4ª HIPÓTESIS. (rotura fase)  
ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR



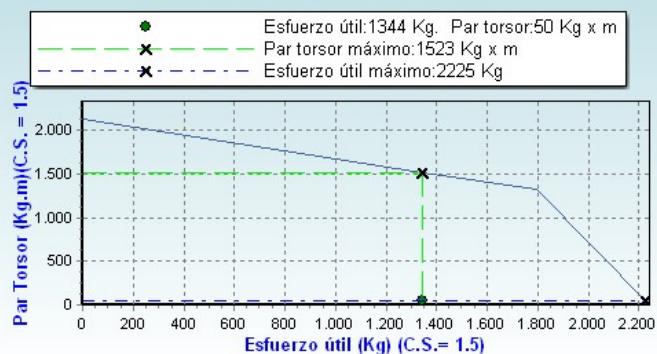
Núm. apoyo: 3 Denominación: C-2000 b=1,2  
1ª HIPÓTESIS. (Viento 120 Km/h)  
ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR



Proyecto: Línea 15 kV Apolo II

Página 2 / 4

Núm. apoyo: 4 Denominación: C-2000 b=1,2  
1ª HIPÓTESIS. (Viento 120 Km/h)  
ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR



Núm. apoyo: 6 Denominación: C-500 b=1,8  
1ª HIPÓTESIS. (Viento 120 Km/h)  
ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR



Núm. apoyo: 8 Denominación: MI-2500 b=1,5  
1ª HIPÓTESIS. (Viento 120 Km/h)  
ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR



Proyecto: Línea 15 kV Apolo II

Página 3 / 4



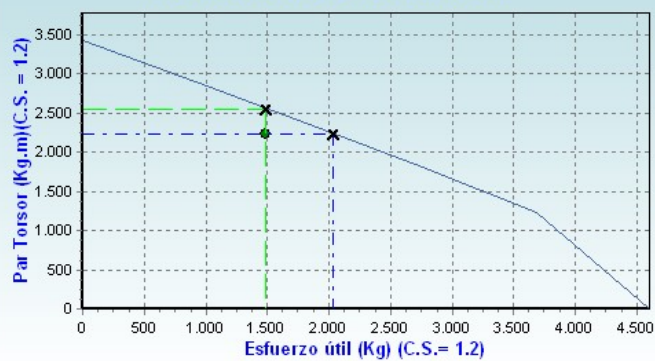
Núm. apoyo: 9 Denominación: MI-2000 b=1,5  
1ª HIPÓTESIS. (Viento 120 Km/h)  
ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR



Núm. apoyo: 10 Denominación: MI-3000 b=1,5  
1ª HIPÓTESIS. (Viento 120 Km/h)  
ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR



Núm. apoyo: 10 Denominación: MI-3000 b=1,5  
4ª HIPÓTESIS. (rotura fase)  
ESFUERZO ÚTIL + PAR TORSOR




Proyecto: Línea 15 kV Apolo II

Página 4 / 4



## ANEXO 8

### Cimentaciones

|  |                                |   |               |
|--|--------------------------------|---|---------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 98/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |               |
|  |                                |   |               |



DATOS DE LAS CIMENTACIONES

Volumen total de excavación: 28,41 m3

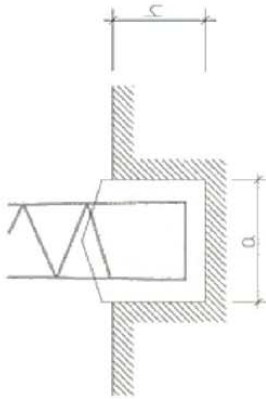
Volumen total de cimentación: 31,45 m3

| Nº APOYO | TORRE      | TERRENO | TIPO       | a (m) | h (m) | b (m) | H (m) | c (m) | V (Exc) (m3) | V (Horm.) (m3) |
|----------|------------|---------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|----------------|
| 1        | HA-3500-10 | Normal  | Monobloque | 1,5   | 2,01  |       |       |       | 4,52         | 4,97           |
| 2        | C-500-14   | Normal  | Monobloque | 1,01  | 1,49  |       |       |       | 1,52         | 1,72           |
| 3        | C-2000-14  | Normal  | Monobloque | 1,05  | 2,01  |       |       |       | 2,22         | 2,44           |
| 4        | C-2000-16  | Normal  | Monobloque | 1,13  | 2,05  |       |       |       | 2,62         | 2,87           |
| 5        | C-500-14   | Normal  | Monobloque | 1,01  | 1,49  |       |       |       | 1,52         | 1,72           |
| 6        | C-500-14   | Normal  | Monobloque | 1,01  | 1,49  |       |       |       | 1,52         | 1,72           |
| 7        | C-500-16   | Normal  | Monobloque | 1,08  | 1,53  |       |       |       | 1,78         | 2,02           |
| 8        | MI-2500-14 | Normal  | Monobloque | 1,49  | 2,02  |       |       |       | 4,48         | 4,93           |
| 9        | MI-2000-14 | Normal  | Monobloque | 1,48  | 1,94  |       |       |       | 4,25         | 4,69           |
| 10       | MI-3000-12 | Normal  | Monobloque | 1,39  | 2,06  |       |       |       | 3,98         | 4,37           |

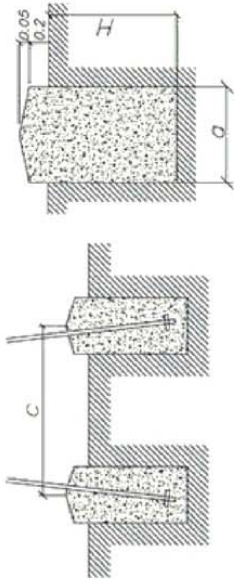


|  |                                |   |                  |                |
|--|--------------------------------|---|------------------|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                |   | 02/02/2023 16:29 | PÁGINA 100/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                  |                |
|  |                                |   |                  |                |

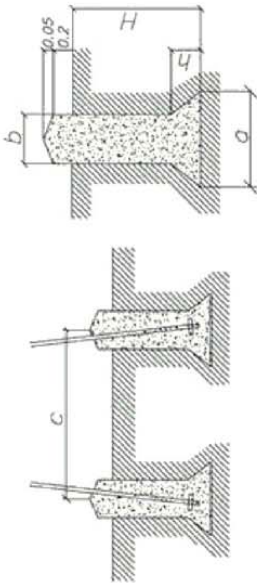
Cimentación monobloque



Cimentación tetrabloque cuadrada recta

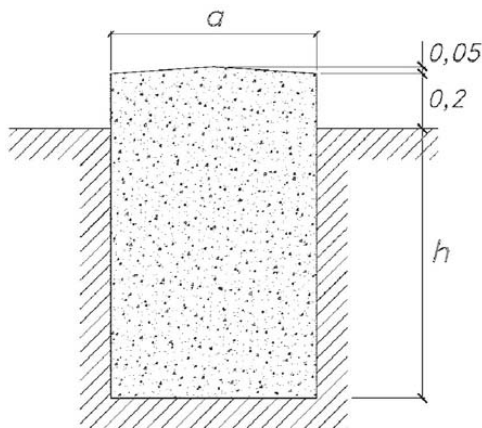


Cimentación tetrabloque circular o cuadrada con cueva



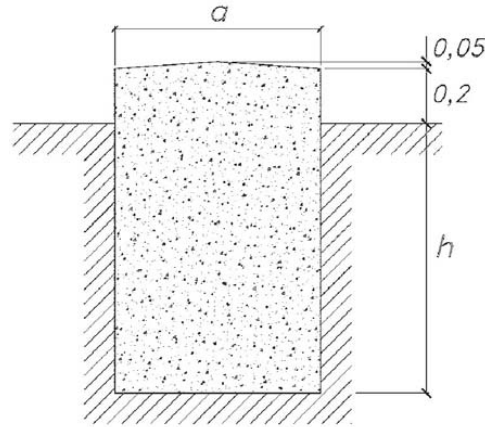


## CIMENTACIONES



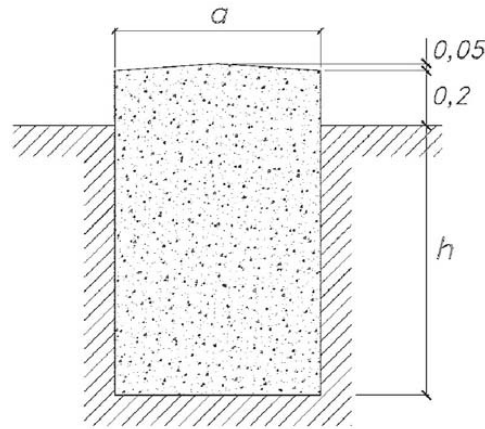
| CIMENTACIÓN MONOBLOQUE |                               |                                 |                               |
|------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
|                        | TERRENO BLANDO<br>K= 8 Kg/cm3 | TERRENO NORMAL<br>K = 12 Kg/cm3 | TERRENO DURO<br>K = 16 Kg/cm3 |
| a (m)                  | 1,5                           | 1,5                             | 1,5                           |
| H (m)                  | 2,21                          | 2,01                            | 1,87                          |
| V ex Total (m3)        | 4,97                          | 4,52                            | 4,21                          |

## CIMENTACIONES



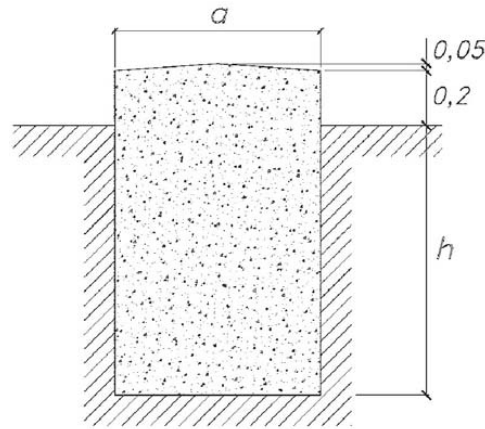
| CIMENTACIÓN MONOBLOQUE |                               |                                 |                               |
|------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
|                        | TERRENO BLANDO<br>K= 8 Kg/cm3 | TERRENO NORMAL<br>K = 12 Kg/cm3 | TERRENO DURO<br>K = 16 Kg/cm3 |
| a (m)                  | 1,01                          | 1,01                            | 1,01                          |
| H (m)                  | 1,64                          | 1,49                            | 1,39                          |
| V ex Total (m3)        | 1,67                          | 1,52                            | 1,42                          |

## CIMENTACIONES



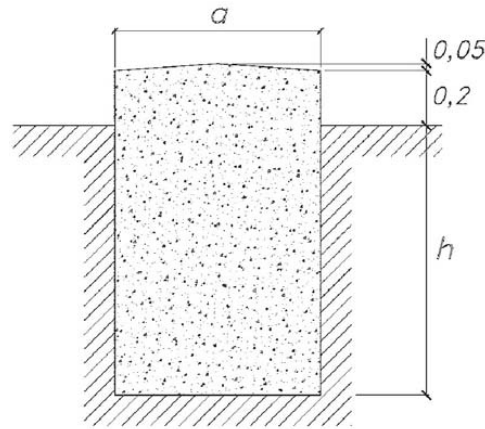
| CIMENTACIÓN MONOBLOQUE       |  |   |   |
|------------------------------|--|---|---|
|                              | TERRENO BLANDO<br>K = 8 Kg/cm <sup>3</sup> | TERRENO NORMAL<br>K = 12 Kg/cm <sup>3</sup> | TERRENO DURO<br>K = 16 Kg/cm <sup>3</sup> |
| a (m)                        | 1,05                                       | 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                                      |

## CIMENTACIONES



| CIMENTACIÓN MONOBLOQUE       |  |   |   |
|------------------------------|--|---|---|
|                              | TERRENO BLANDO<br>K = 8 Kg/cm <sup>3</sup> | TERRENO NORMAL<br>K = 12 Kg/cm <sup>3</sup> | TERRENO DURO<br>K = 16 Kg/cm <sup>3</sup> |
| a (m)                        | 1,13                                       | 1,13  | 1,13                                      |
| H (m)                        | 2,26                                       | 2,05  | 1,91                                      |
| V ex Total (m <sup>3</sup> ) | 2,89                                       | 2,62  | 2,44                                      |

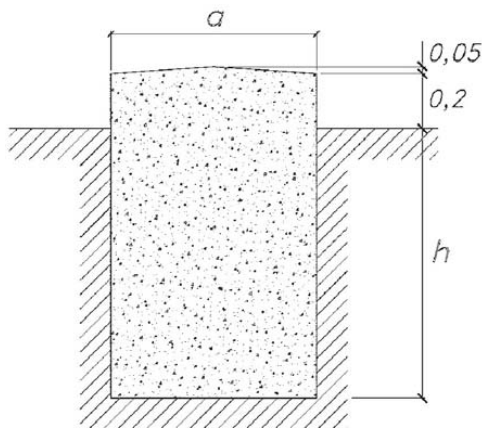
## CIMENTACIONES



| CIMENTACIÓN MONOBLOQUE |                               |                                 |                               |
|------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
|                        | TERRENO BLANDO<br>K= 8 Kg/cm3 | TERRENO NORMAL<br>K = 12 Kg/cm3 | TERRENO DURO<br>K = 16 Kg/cm3 |
| a (m)                  | 1,01                          | 1,01                            | 1,01                          |
| H (m)                  | 1,64                          | 1,49                            | 1,39                          |
| V ex Total (m3)        | 1,67                          | 1,52                            | 1,42                          |



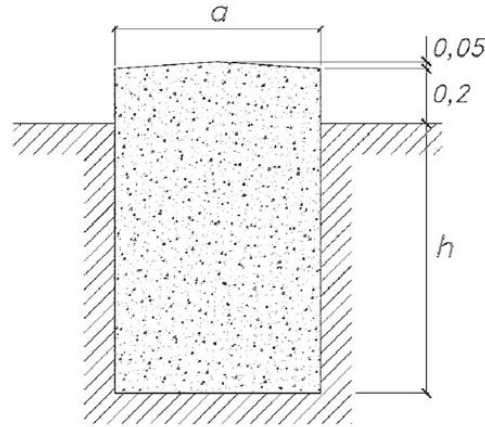
## CIMENTACIONES



| CIMENTACIÓN MONOBLOQUE       |  |   |   |
|------------------------------|--|---|---|
|                              | TERRENO BLANDO<br>K = 8 Kg/cm <sup>3</sup> | TERRENO NORMAL<br>K = 12 Kg/cm <sup>3</sup> | TERRENO DURO<br>K = 16 Kg/cm <sup>3</sup> |
| a (m)                        | 1,01                                       | 1,01  | 1,01                                      |
| H (m)                        | 1,64                                       | 1,49  | 1,39                                      |
| V ex Total (m <sup>3</sup> ) | 1,67                                       | 1,52  | 1,42                                      |

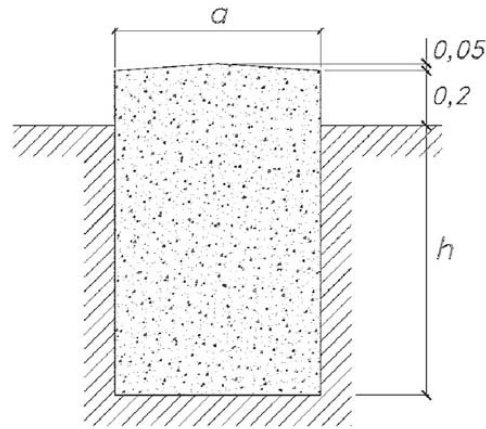


## CIMENTACIONES



| CIMENTACIÓN MONOBLOQUE |                               |                                 |                               |
|------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
|                        | TERRENO BLANDO<br>K= 8 Kg/cm3 | TERRENO NORMAL<br>K = 12 Kg/cm3 | TERRENO DURO<br>K = 16 Kg/cm3 |
| a (m)                  | 1,08                          | 1,08                            | 1,08                          |
| H (m)                  | 1,68                          | 1,53                            | 1,42                          |
| V ex Total (m3)        | 1,96                          | 1,78                            | 1,66                          |

## CIMENTACIONES

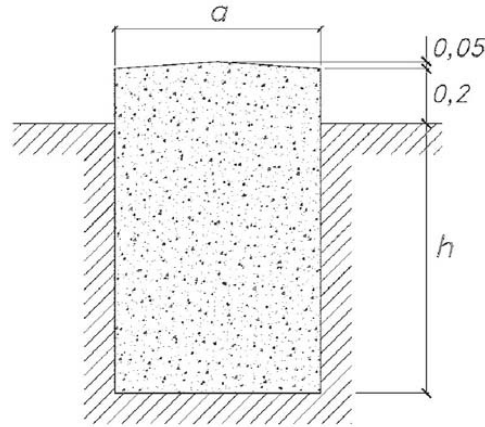


| CIMENTACIÓN MONOBLOQUE       |  |   |   |
|------------------------------|--|---|---|
|                              | TERRENO BLANDO<br>K = 8 Kg/cm <sup>3</sup> | TERRENO NORMAL<br>K = 12 Kg/cm <sup>3</sup> | TERRENO DURO<br>K = 16 Kg/cm <sup>3</sup> |
| a (m)                        | 1,49                                       | 1,49  | 1,49                                      |
| H (m)                        | 2,23                                       | 2,02  | 1,88                                      |
| V ex Total (m <sup>3</sup> ) | 4,95                                       | 4,48  | 4,17                                      |



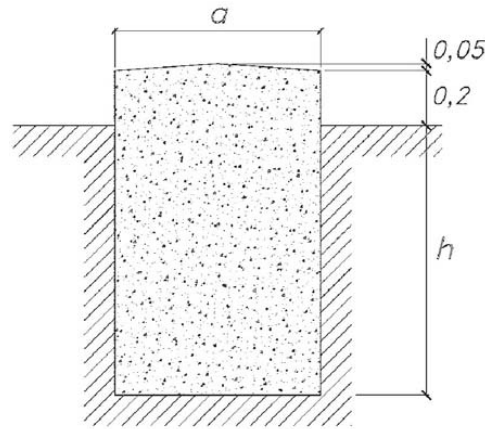


## CIMENTACIONES



| CIMENTACIÓN MONOBLOQUE       |  |   |   |
|------------------------------|--|---|---|
|                              | TERRENO BLANDO<br>K = 8 Kg/cm <sup>3</sup> | TERRENO NORMAL<br>K = 12 Kg/cm <sup>3</sup> | TERRENO DURO<br>K = 16 Kg/cm <sup>3</sup> |
| a (m)                        | 1,48                                       | 1,48  | 1,48                                      |
| H (m)                        | 2,14                                       | 1,94  | 1,81                                      |
| V ex Total (m <sup>3</sup> ) | 4,69                                       | 4,25  | 3,96                                      |

## CIMENTACIONES




| CIMENTACIÓN MONOBLOQUE       |  |   |   |
|------------------------------|--|---|---|
|                              | TERRENO BLANDO<br>K = 8 Kg/cm <sup>3</sup> | TERRENO NORMAL<br>K = 12 Kg/cm <sup>3</sup> | TERRENO DURO<br>K = 16 Kg/cm <sup>3</sup> |
| a (m)                        | 1,39                                       | 1,39  | 1,39                                      |
| H (m)                        | 2,27                                       | 2,06  | 1,92                                      |
| V ex Total (m <sup>3</sup> ) | 4,39                                       | 3,98  | 3,71                                      |



## ANEXO 9

### Cálculos eléctricos

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 111/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

## CÁLCULOS ELÉCTRICOS POR CIRCUITO

| Cálculos eléctricos                                       | Valores  |
|---|----------|
| TENSIÓN DE LA LÍNEA (kV)                                  | 15       |
| RESISTENCIA DE LA LÍNEA (Ohmios)                          | 0,4800   |
| REACTANCIA INDUCTIVA MEDIA (Ohmios/Km)                    | 0,4082   |
| REACTANCIA INDUCTIVA MEDIA DE LA LÍNEA (Ohmios)           | 0,4598   |
| CAPACIDAD MEDIA   | 0,0089   |
| TENSIÓN CRÍTICA DISRUPTIVA A 15 °C Y AMBIENTE HÚMEDO (kV) | 51       |
| PÉRDIDAS DE POTENCIA POR EFECTO CORONA (kW/km fase)       | ---      |
| DENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (A/mm2)                         | 3,1964   |
| INTENSIDAD MÁXIMA (A)                                     | 251,2353 |
| POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR (kW)                        | 5222     |
| CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA (V)                               | 287,1322 |
| CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA (%)                               | 1,9142   |
| MÁXIMA POTENCIA PERDIDA (kW)                              | 90,8830  |
| MÁXIMA POTENCIA PERDIDA (%)                               | 1,7404   |
| RENDIMIENTO DE LA LÍNEA (%)                               | 98,2596  |


PROYECTO: Línea 15 kV Apolo II



**ENERCAPITAL  
GROUP**

## ANEXO 10

RBDA

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 113/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

Relación de Bienes y Derechos Afectados por la línea de evacuación de la planta solar fotovoltaica

Tramo subterráneo

| Nº finca | Referencia catastral | Poligono | Parcela | Longitud canalización (ml) | Ocupación de zanja (m2) | Servidumbre de paso (m2) | Afección permanente (m2) | Afección temporal (m2) | Ocupación centro seccionamiento (m2) | Arquetas | Ocupación Arquetas (m2) | Naturaleza del terreno                      |
|----------|----------------------|----------|---------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------------|----------|-------------------------|---|
| 1        | 14042A039000830000EG | 39       | 82      | 213,84                     | 106,92                  | 641,52                   | 748,44                   | 1069,20                | 0,00                                 | 4        | 2,43                    | C- Labor o Labradio secano                  |
| 5        | 14042A039000800000EA | 39       | 80      | 40,23                      | 20,12                   | 120,69                   | 140,81                   | 201,15                 | 0,00                                 | 2        | 1,22                    | C- Labor o Labradio secano, l- Improductivo |
| 6        | 14042A039000230000ET | 39       | 23      | 404,97                     | 202,49                  | 2552,12                  | 1417,40                  | 2024,85                | 0,00                                 | 6        | 4,29                    | V- Viña secano Y O- Olivos secano           |
| 7        | 14042A039001530000EF | 39       | 153     | 3                          | 1,50                    | 9,00                     | 10,50                    | 15,00                  | 37,92                                | 2        | 1,54                    | O- Olivos secano                            |
| TOTAL    |                      |          |         | 662,04                     | 331,02                  | 3323,33                  | 2317,14                  | 3310,20                | 37,92                                | 14       | 9,47                    |   |

Iramo aéreo

| Nº FINCA | MUNICIPIO | DATOS CATASTRALES DE LA FINCA |         |                      |   | LAT EVACUACIÓN 15 KV (TRAMO AÉREO) |                        |                 |                                 | Ocupación Temporal por Accesos y Obras |                         |  |
|----------|-----------|-------------------------------|---------|----------------------|---|------------------------------------|------------------------|-----------------|---------------------------------|--|-------------------------|--|
|          |           | POLÍGONO                      | PARCELA | REFERENCIA CATASTRAL | NATURALEZA                                  | Longitud de vuelo                  | Superficie Servidumbre | Número de apoyo | Superficie de apoyos y Pat (m2) | Acceso apoyo a campo a través (ml)     | Acceso apoyo pista (ml) | Superficie Ocupación y Temporal por Accesos y Obras (m2) |
| 1        | MONTILLA  | 39                            | 82      | 14042A039000820000EY | C- Labor o Labradío secano, V- Viña secano  | 267,09                             | 1.617,58               | 1,2,3           | 4,3726                          | 389,18                                 | 1.097,15                | 7279,4928  |
| 2        | MONTILLA  | 39                            | 81      | 14042A039000810000EB | C- Labor o Labradío secano, O- Olivar       | 59,68                              | 420,59                 | 0               | 0                               | 0,00                                   | 0,00                    | 319,36   |
| 3        | MONTILLA  | 39                            | 9004    | 14042A039090040000EW | VT Vía de comunicación de dominio público   | 5,45                               | 47,09                  | 0               | 0                               | 0,00                                   | 0,00                    | 410,9  |
| 4        | MONTILLA  | 39                            | 9012    | 14042A039090120000EQ | HG Hidrografia natural (río,laguna,arroyo.) | 27,67                              | 577,38                 | 0               | 0                               | 0,00                                   | 0,00                    | 55,34  |
| 5        | MONTILLA  | 39                            | 80      | 14042A039000800000EA | C- Labor o labradío secano, O- Olivar       | 766,50                             | 4.344,54               | 4,5,6,7,8,9,10  | 10,8261                         | 675,96                                 | 116,22                  | 6101,7306  |



**ENERCAPITAL  
GROUP**

---

**PROYECTO DE LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA  
DE EVACUACIÓN 15 kV PARA PSF APOLO II**

**DOCUMENTO Nº2: PLANOS**

TÉRMINO MUNICIPAL DE MONTILLA, PROVINCIA DE CÓRDOBA

---

En Málaga, febrero de 2022

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 116/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |



## ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 01: Situación

PLANO 02: Emplazamiento

PLANO 03: Perfil longitudinal

PLANO 04: Parcelario

PLANO 05: Canalizaciones

PLANO C1: Cruce arroyo innominado

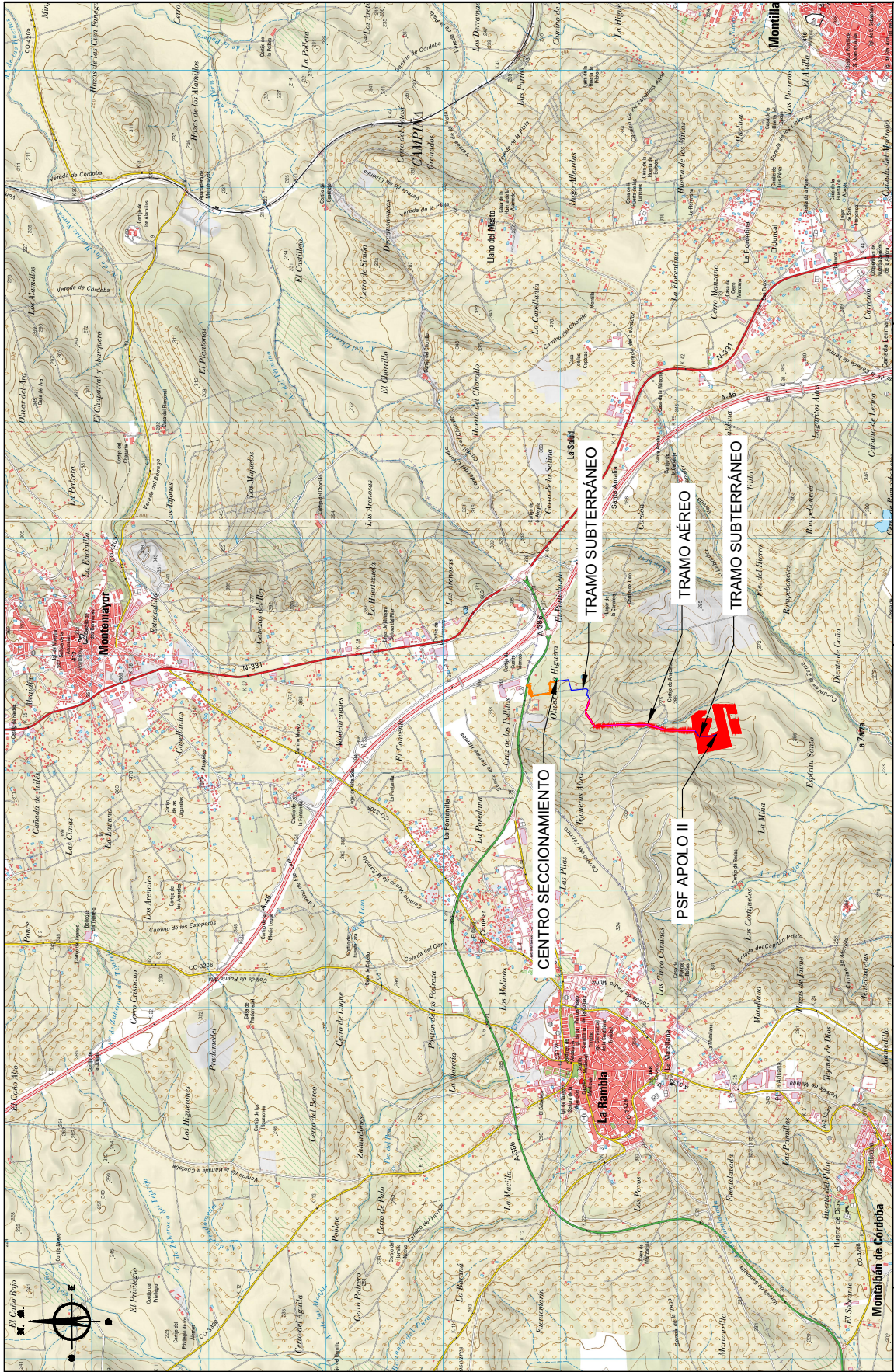
PLANO C2: Cruce arroyo innominado

PLANO C3: Cruce arroyo innominado

Nº Reg. Entrada: 202399901198124. Fecha/Hora: 02/02/2023 16:30:22

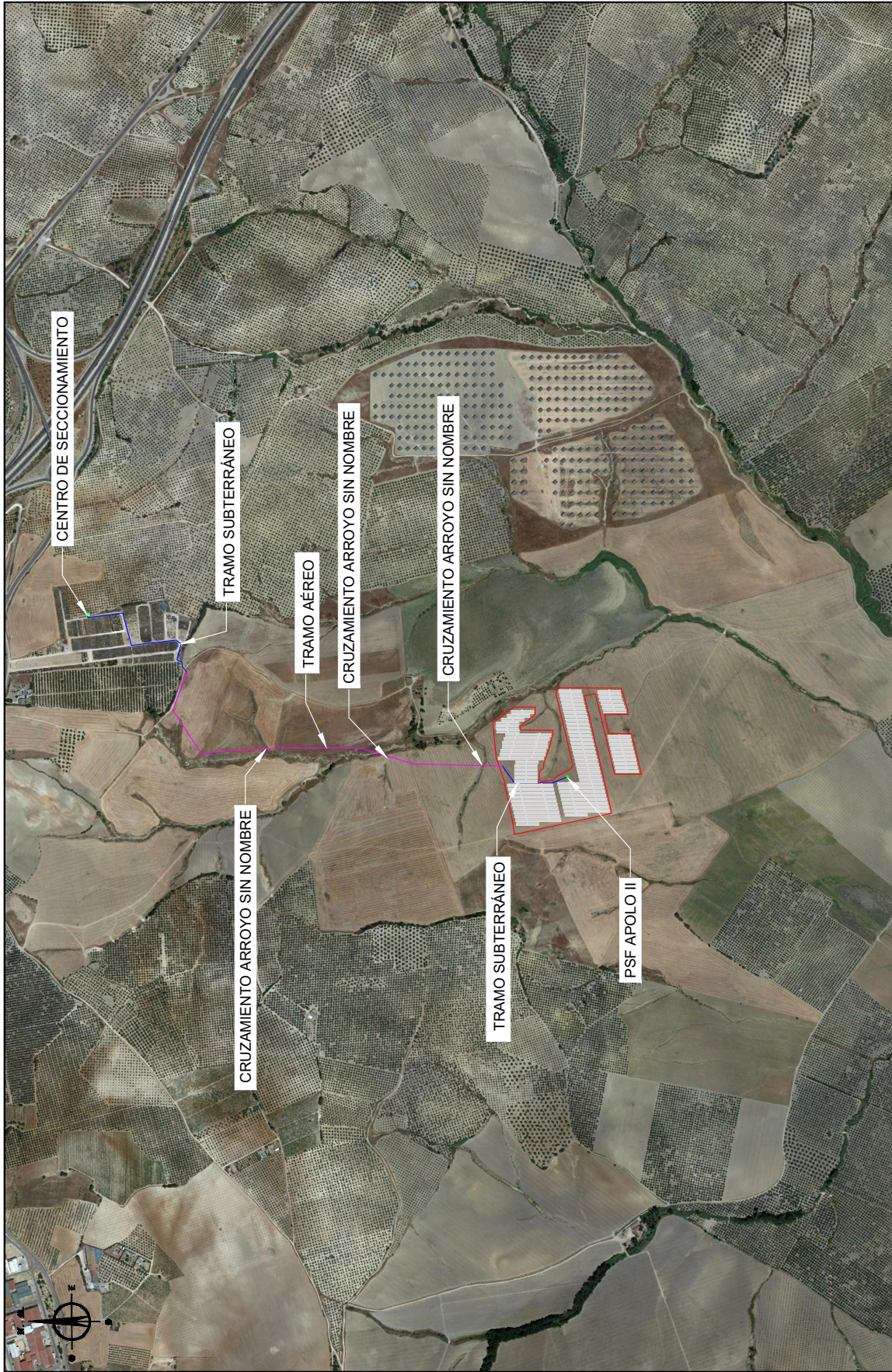
|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 117/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |





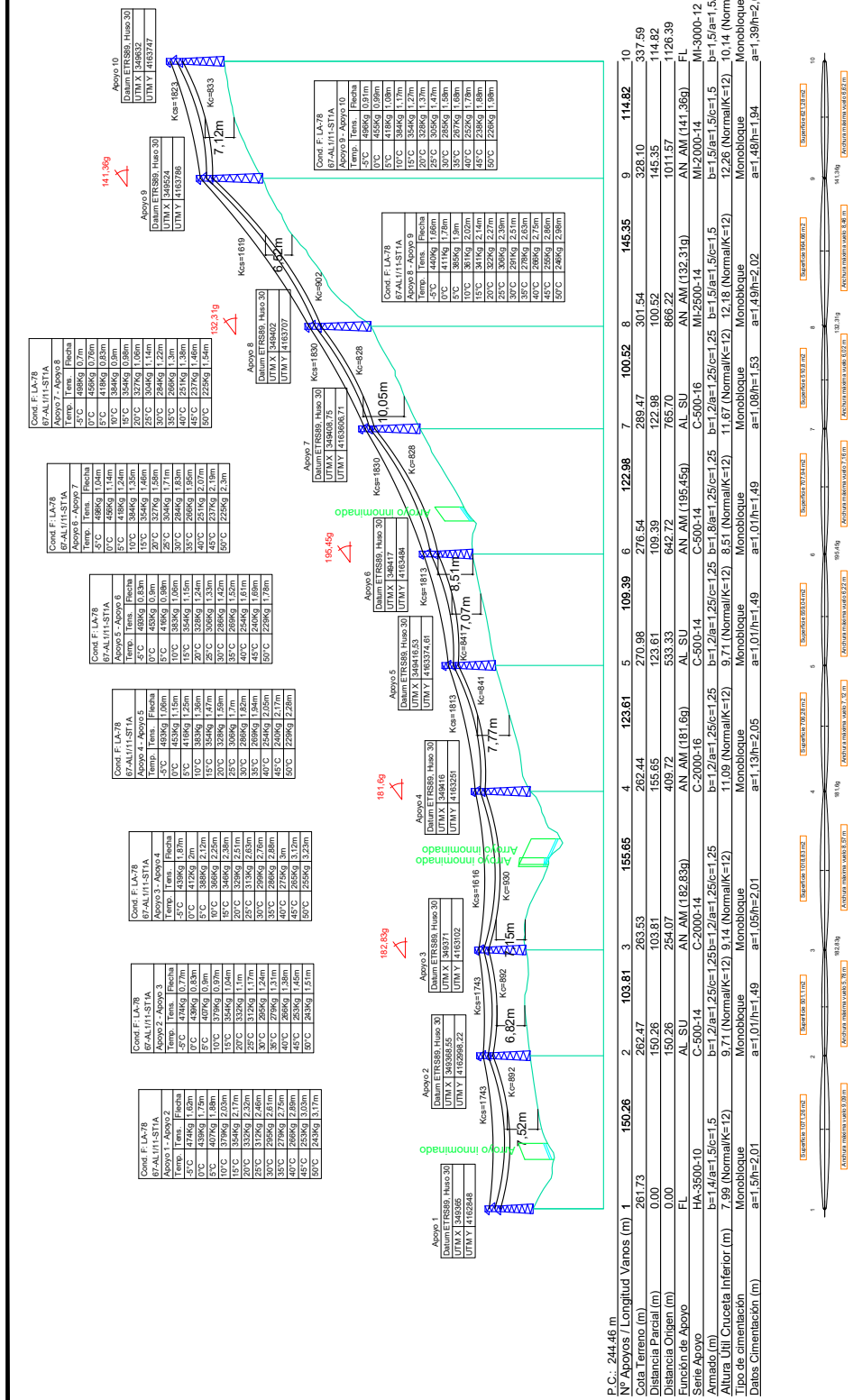
|   |            |                                |                   |          |             |   |        |              |          |            |
|---|------------|--------------------------------|-------------------|----------|-------------|---|--------|--------------|----------|------------|
|  | Promotor   | MULLERE SOLAR S.L.U            | Provincia         | CÓRDOBA  | Proyecto    | LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN 15 KV PARA PSF APOLO II | Plano  | 01 SITUACIÓN |          |            |
|   | Ingeniería | ENERCAPITAL DEVELOPMENTS, S.L. | Término municipal | MONTILLA | Responsable | MARÍA DÍEZ RUIZ   | Escala | 1: 30.000    | Revisión | 1          |
|   |            |                                |                   |          |             |   |        |              | Versión  | 1          |
|   |            |                                |                   |          |             |   |        |              | Fecha    | 10/01/2023 |




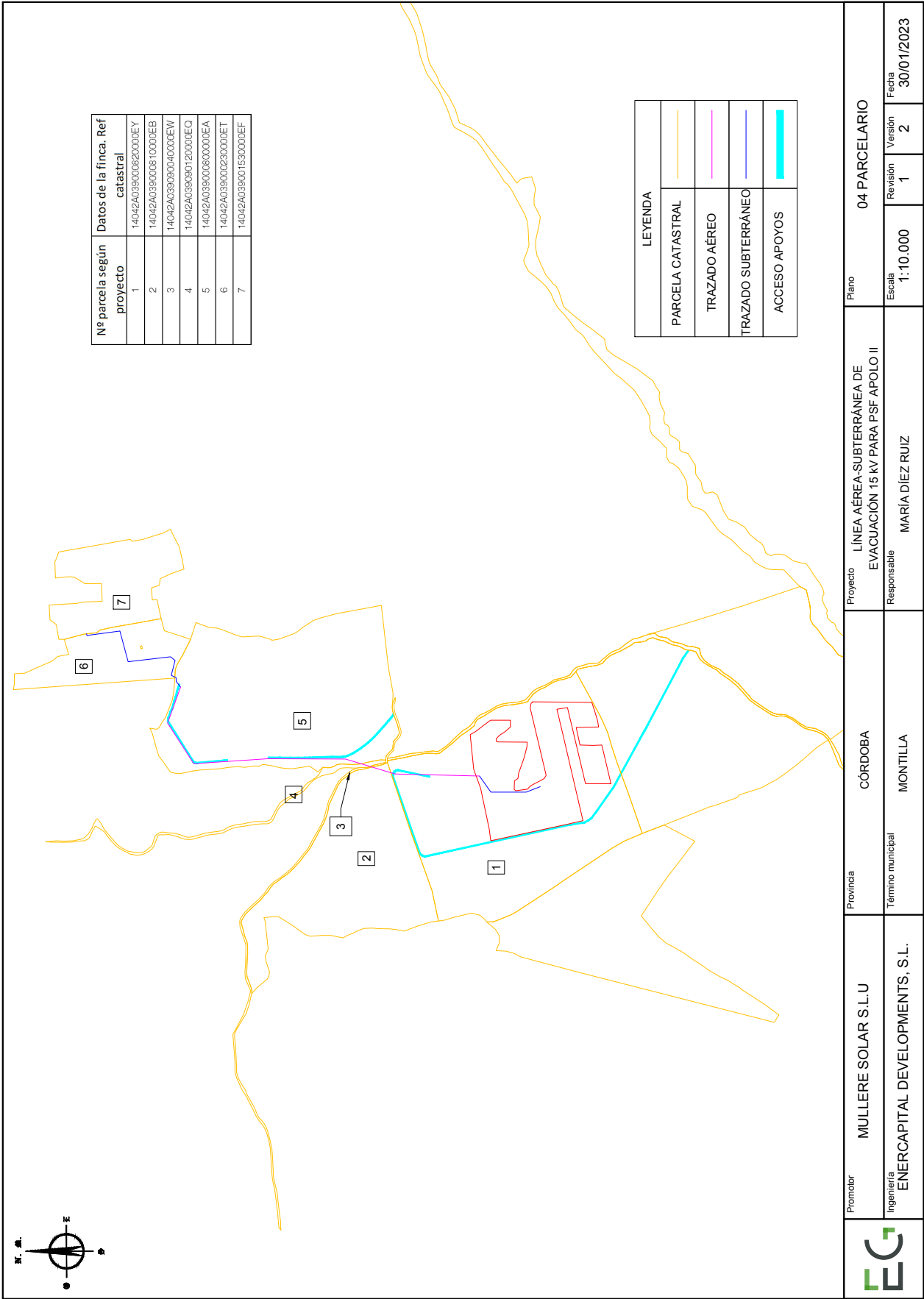


|   |            |                                |                   |          |             |  |          |            |
|---|------------|--------------------------------|-------------------|----------|-------------|--|----------|------------|
|  | Promotor   | MULLERE SOLAR S.L.U            | Provincia         | CÓRDOBA  | Plano       | 02 EMPLAZAMIENTO   |          |            |
|   | Ingeniería | ENERCAPITAL DEVELOPMENTS, S.L. | Término municipal | MONTILLA | Proyecto    | LÍNEA ÁREA-SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN 15 KV PARA PSF APOLO II | Revisión | 1          |
|   |            |                                |                   |          | Responsable | MARÍA DÍEZ RUIZ  | Escala   | 1: 10.000  |
|   |            |                                |                   |          |             |  | Versión  | 1          |
|   |            |                                |                   |          |             |  | Fecha    | 10/01/2023 |






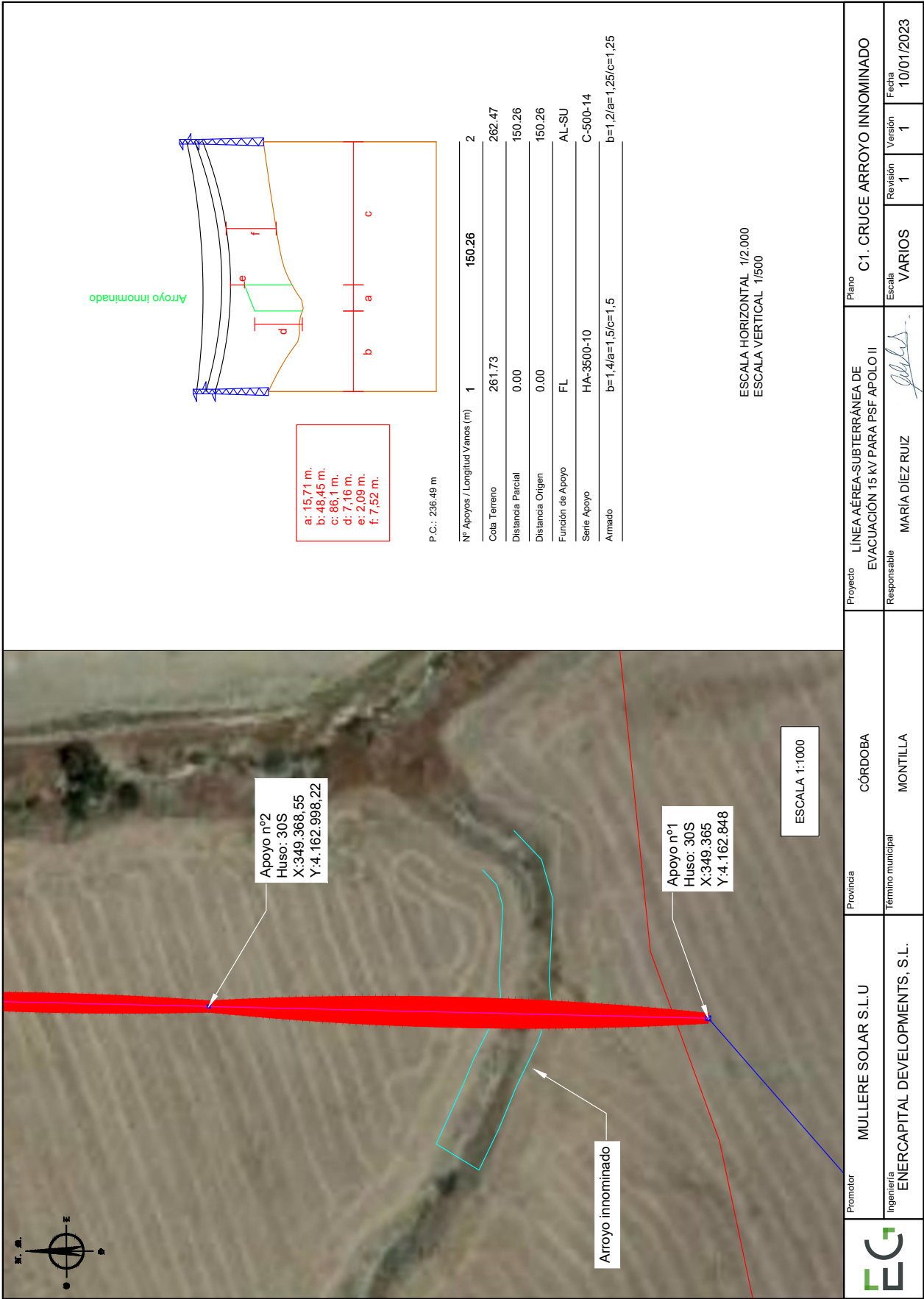
|   |          |   |             |
|---|----------|---|-------------|
|  | EMPRESA  | ENERCAPITAL DEVELOPMENTS, S.L.  | PLANO Nº 03 |
|   | PROMOTOR | MULLERE SOLAR S.L.U   |             |
| FECHA REPLANTEO   |          | RESPONSABLE   |             |
| FECHA DISEÑO  |          | DEPARTAMENTO TÉCNICO  |             |
| 10/01/2023  |          | PROYECTO DE LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN 15 KV PARA PSF APOLO II |             |
| FECHA TRAZADO   |          | PLANO   |             |
|   |          | PERFIL LONGITUDINAL   |             |

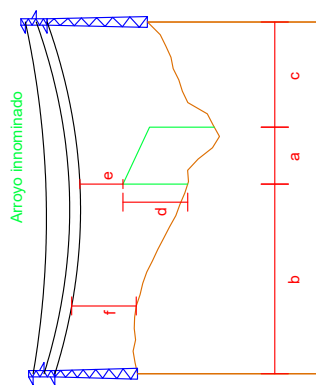
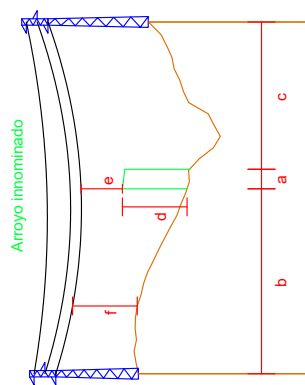
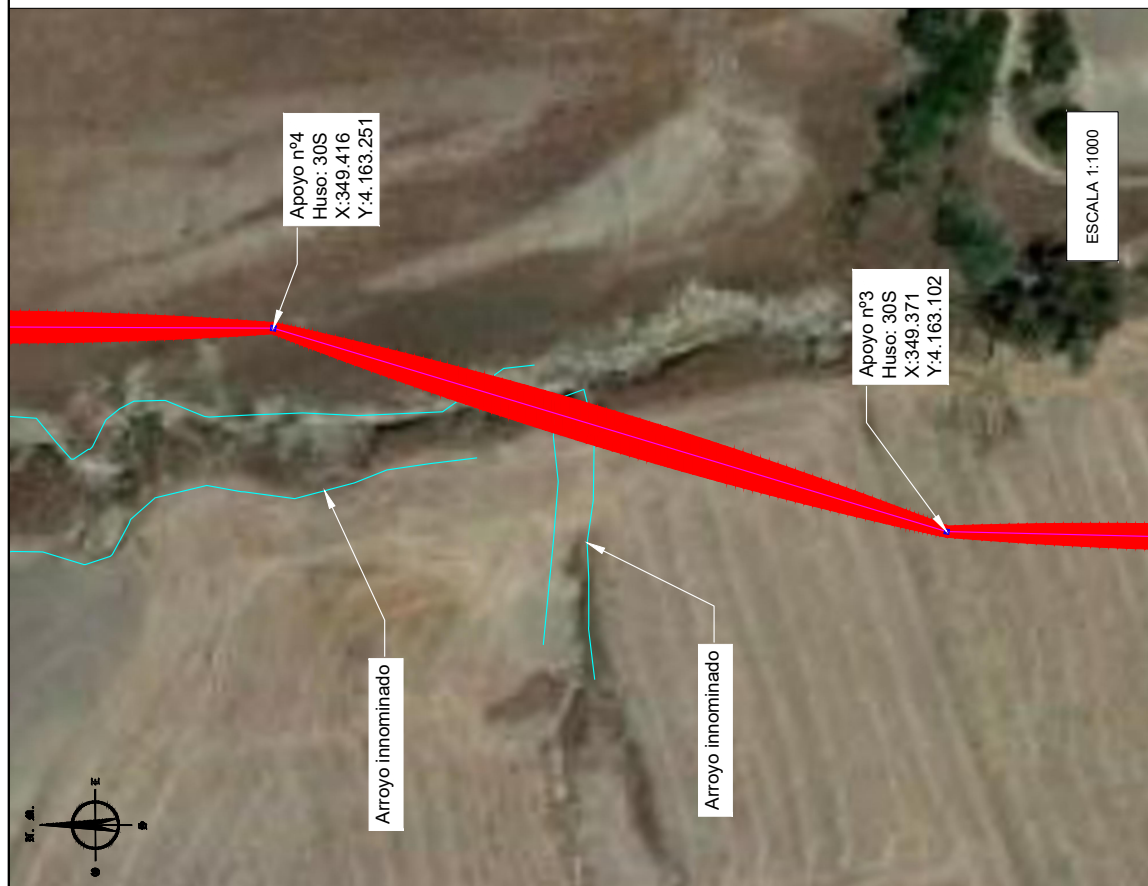


[illegible]

|   |   |
|---|---|
| 1 | Cinta de señalización   |
| 2 | Relleno de tierra compactada en capas de 20 cm con medios mecánicos Proctor 95% |
| 3 | Tubo de PE 50mmØ para conductores de telemando                                  |
| 4 | Conductores eléctricos (240 mm²)  |
| 5 | Arena de río lavada   |
| 6 | Adecuación del terreno natural  |

|   |            |                                |                   |          |             |   |        |                   |          |   |         |   |       |
|---|------------|--------------------------------|-------------------|----------|-------------|---|--------|-------------------|----------|---|---------|---|-------|
|  | Promotor   | MULLERE SOLAR S.L.U            | Provincia         | CÓRDOBA  | Proyecto    | LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN 15 kV PARA PSF APOLO II | Plano  | 05 CANALIZACIONES |          |   |         |   |       |
|   | Ingeniería | ENERCAPITAL DEVELOPMENTS, S.L. | Término municipal | MONTILLA | Responsable | MARIA DIEZ RUIZ   | Escala | 1/10              | Revisión | 1 | Versión | 1 | Fecha |






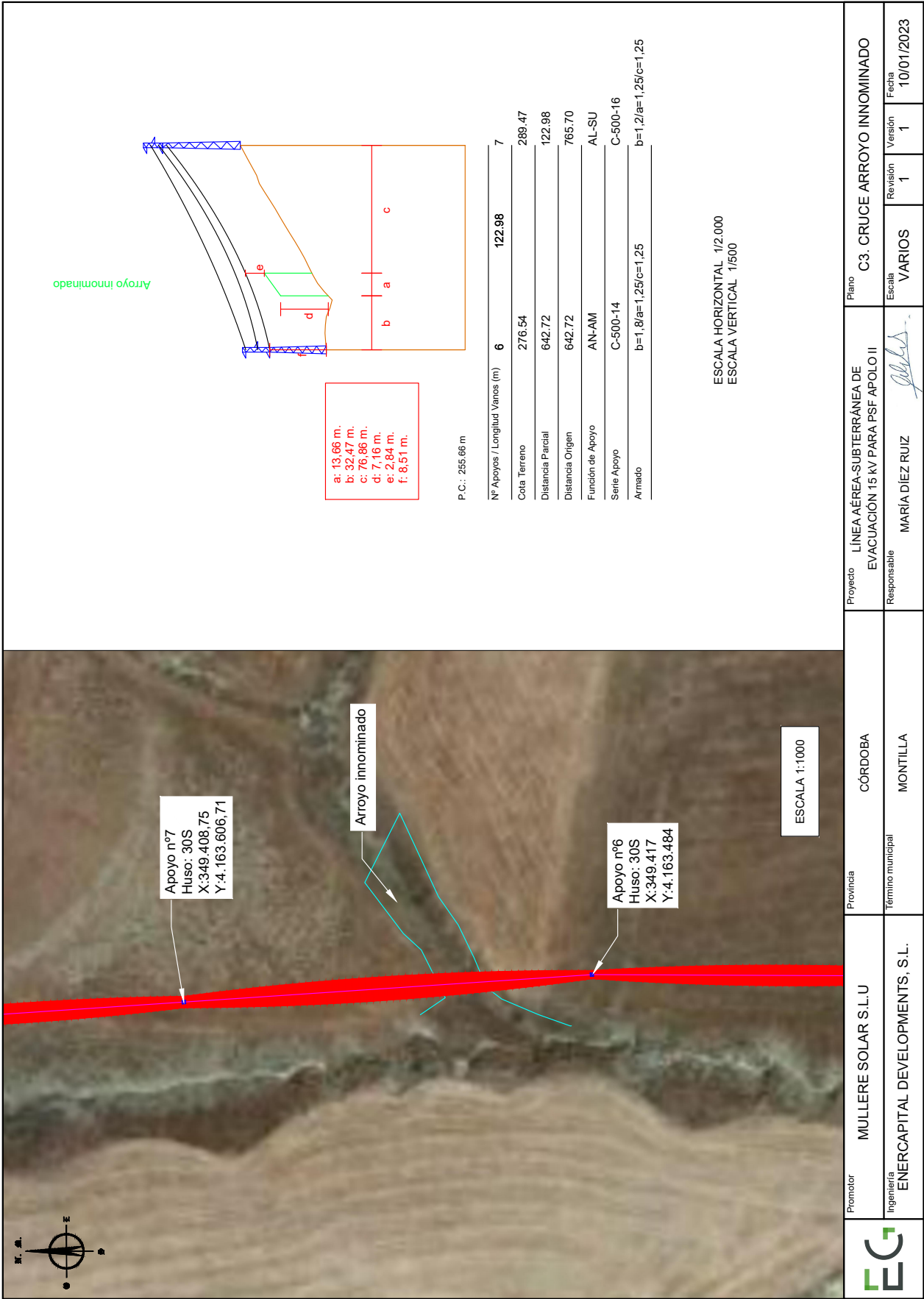
P.C.: 234.46 m

| Nº Apoyos / Longitud Vanos (m) | 3                   | 4            |
|--------------------------------|---------------------|--------------|
| Cota Terreno                   | 263.53              | 155.65       |
| Distancia Parcial              | 254.07              | 262.44       |
| Distancia Origen               | 254.07              | 155.65       |
| Función de Apoyo               | AN-AM               | 409.72       |
| Serie Apoyo                    | C-2000-14           | AN-AM        |
| Armado                         | b=1,2/a=1,25/c=1,25 | C-2000-16    |
|                                |                     | b=1,2/a=1,25 |

ESCALA HORIZONTAL 1/2.000  
ESCALA VERTICAL 1/500

|   |                                |                   |                     |             |                 |   |   |        |                             |          |   |       |            |
|---|--------------------------------|-------------------|---------------------|-------------|-----------------|---|---|--------|-----------------------------|----------|---|-------|------------|
|  |                                | Promotor          | MULLERE SOLAR S.L.U | Provincia   | CÓRDOBA         | Proyecto  | LÍNEA AEREA-SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN 15 kV PARA PSF APOLO II | Plano  | C2. CRUCE ARROYO INNOMINADO |          |   |       |            |
| Ingeniería  | ENERCAPITAL DEVELOPMENTS, S.L. | Término municipal | MONTILLA            | Responsable | MARIA DIEZ RUIZ |  |   | Escala | VARIOS                      | Revisión | 1 | Fecha | 10/01/2023 |







**ENERCAPITAL  
GROUP**


---

**PROYECTO DE LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA  
DE EVACUACIÓN 15 kV PARA PSF APOLO II  
DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES  
TÉCNICAS**

TÉRMINO MUNICIPAL DE MONTILLA, PROVINCIA DE CÓRDOBA

---

En Málaga, enero de 2023

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 126/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

## Índice

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1.    | OBJETIVO.....                                       | 2  |
| 2.    | DISPOSICIONES GENERALES.....                        | 2  |
| 3.    | ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....                       | 2  |
| 3.1.  | Datos de obra.....                                  | 2  |
| 3.2.  | Replanteo de la obra.....                           | 3  |
| 3.3.  | Mejoras y variaciones del Proyecto.....             | 3  |
| 3.4.  | Recepción del material.....                         | 3  |
| 3.5.  | Organización.....                                   | 4  |
| 3.6.  | Ejecución de las obras.....                         | 4  |
| 3.7.  | Subcontratación de las obras.....                   | 5  |
| 3.8.  | Plazo de ejecución.....                             | 5  |
| 3.9.  | Recepción provisional.....                          | 6  |
| 3.10. | Periodos de garantía.....                           | 6  |
| 3.11. | Recepción definitiva.....                           | 6  |
| 3.12. | Pago de obras.....                                  | 7  |
| 3.13. | Abono de materiales acopiados.....                  | 7  |
| 4.    | CONDICIONES TÉCNICAS EN LA EJECUCIÓN:.....          | 7  |
| 4.1.  | Excavaciones.....                                   | 7  |
| 4.2.  | Hormigonado.....                                    | 8  |
| 4.3.  | Armado e izado de apoyos metálicos.....             | 9  |
| 4.4.  | Tendido, tensado y regulado de los conductores..... | 9  |
| 4.5.  | Cadena de aisladores.....                           | 10 |
| 4.6.  | Empalmes.....                                       | 10 |
| 4.7.  | Engrapado.....                                      | 10 |

|      |   |    |
|------|---|----|
| 5.   | CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES ..... | 11 |
| 5.1. | Conductores trenzados. ....             | 11 |
| 5.2. | Conductores de cobre.....               | 11 |
| 5.3. | Abrazaderas y tacos de sujeción. ....   | 11 |
| 5.4. | Herrajes. ....                          | 11 |
| 5.5. | Torres metálicas. ....                  | 11 |

## 1. OBJETIVO

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones para la distribución de energía eléctrica, cuyas características técnicas estarán especificadas en el presente pliego y correspondiente proyecto.

## 2. DISPOSICIONES GENERALES

La obra deberá ajustarse a la descripción realizada en la Memoria, Planos y Presupuesto del presente proyecto.

Las calidades de los materiales deberán respetar las especificaciones mínimas.

El director técnico de la obra será la única persona capacitada para juzgar, en caso de duda y omisiones del proyecto. Lo mismo que en caso de variación de parte o del total de la obra, si no estuviese bien realizada.

El contratista está obligado al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

En particular deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE-24042 "Contratación de Obras, Condiciones Generales", siempre que no modifiquen el presente Pliego de Condiciones.

El contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda de 28 de marzo de 1968 en el grupo, subgrupo y categoría correspondientes al proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

## 3. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

### 3.1. Datos de obra.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 129/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la Obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, ni adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

### 3.2. Replanteo de la obra.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención a los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de las mismas.

Se levantará por duplicado un Acta, en la que constarán, muy bien los datos entregados, firmados por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán por cuenta del Contratista.

### 3.3. Mejoras y variaciones del Proyecto.


No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito, por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

### 3.4. Recepción del material.

El Director de Obra, de acuerdo con el Contratista, dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

|   |                                |   |                |
|---|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                 |                                | 02/02/2023 16:29                                      | PÁGINA 130/167 |
| VERIFICACIÓN  | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ |                |
|  |                                |   |                |

### 3.5. Organización.

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas ordenes le dé éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar.

Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

### 3.6. Ejecución de las obras.

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en éste Pliego de condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera, y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto, como en las Condiciones Técnicas especificadas.

El Contratista no podrá utilizar, en los trabajos, personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo.

Igualmente será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 131/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

### 3.7. Subcontratación de las obras.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) A que se de conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquel lo autorice previamente.

b) A que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratante no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones con respecto al Contratante.


### 3.8. Plazo de ejecución

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 132/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |



### 3.9. Recepción provisional

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose las Actas que correspondan en las que se harán constar la conformidad con los trabajos realizados, si éste es el caso.

Dichas Actas serán firmadas por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la Obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución.

Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista.

Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

### 3.10. Periodos de garantía

El periodo de garantía será señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

### 3.11. Recepción definitiva

Al terminar el Plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 133/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

### 3.12. Pago de obras

El pago de las obras realizadas se hará sobre certificaciones parciales, que se practicarán mensualmente. Dichas certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran.

La relación valorada que figure en las certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, y con la ubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documento provisional a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por las certificaciones siguientes.

### 3.13. Abono de materiales acopiados.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezcan o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación.

Dicho material será indicado por el Director de Obra e indicado en el Acta de recepción de Obra.


La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían.

## 4. CONDICIONES TÉCNICAS EN LA EJECUCIÓN:

El Director Técnico de la obra será la única persona capacitada para juzgar, en caso de duda y omisiones del proyecto, lo mismo que en caso de variación de parte o del total de la obra, si no estuviese bien realizada.

### 4.1. Excavaciones

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el Proyecto o en su defecto a las indicadas por el Director de Obra.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 134/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

Las paredes de los hoyos serán verticales. Cuando sea necesario variar el volumen de la excavación, se hará de acuerdo con el Director de Obra.

El Contratista tomara las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes. Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno.

En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, siendo por cuenta del Contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos.

Cuando deban emplearse explosivos, el Contratista deberá tomar las precauciones adecuadas para que en el momento de la explosión no se proyecten al exterior piedras que puedan provocar accidentes o desperfectos, cuya responsabilidad correría a cargo del Contratista.

En terrenos con agua deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar el riesgo de desprendimientos en las paredes del hoyo, aumentando así las dimensiones del mismo.

#### 4.2. Hormigonado

Este se deberá dosificar a 250 kg de cemento por cada metro cúbico.

Si la excavación superara el 10 % del volumen técnico, por conveniencia del contratista, siempre de acuerdo con el director técnico de las obras, o el empleo de explosivos, la dosificación del hormigón será siempre la misma.

El cemento empleado será Portland, de fraguado lento, o bien de otra marca similar, de primera calidad.


Los áridos empleados para las cimentaciones de los apoyos, deberán ser de buena calidad, limpios y no heladizos, estando exentos de materiales orgánicos y de arcillas.

Será preferible la piedra con aristas y superficies rugosas y ásperas, por su mayor adherencia al mortero.

La arena puede proceder de minas o canteras, ríos, o bien, de machaqueo.

La dimensión de los granos de arena no será superior al 6 % (ensayo de granulometría).

El agua empleada para la ejecución del hormigón será limpia y exenta de elementos orgánicos, arcillas, etc.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 135/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

#### 4.3. Armado e izado de apoyos metálicos

El transporte de todos los materiales a la obra se realizará con el mayor cuidado, e intentando evitar al máximo los posibles desperfectos que pudieran acontecer.

En caso de dobleces de barras, éstas se enderezarán en caliente. Los taladros que se tengan que realizar, se harán con punzón o carraca, nunca por sopletes. Los taladros que no se usen, se cerrarán por medio de soldadura. En caso de que haya que aumentar el diámetro de los mismos, se hará por mediación del escariador. Se deberán eliminar las rebabas de los mismos.

Para el armado se empleará puntero y martillo para que coincidan las piezas que se unen, pero con cuidado para no agrandar el taladro.

Se aconseja armar en tierra el mayor número posible de piezas.

El izado deberá hacerse sin originar deformaciones permanentes sobre elementos que componen el apoyo.

Cuando la torre está izada, se hará un repaso general del ajuste de los componentes.

Los postes de hormigón se transportarán en vehículos preparados al efecto, y, al depositarlos se hará en un lugar llano y con sumo cuidado en evitación de deformaciones de los mismos.


Todas las piezas deberán estar recubiertas de material blando y flexible (gomas naturales o sintéticas).

#### 4.4. Tendido, tensado y regulado de los conductores

Los cables deberán tratarse con el mayor cuidado para evitar deterioros, lo mismo que las bobinas donde se transportan.

En la hora de desenrollar los cables se debe cuidar que no rocen con el suelo.

Para ejercer la tracción se pueden emplear cuerdas pilotos, pero deben ser las mismas del tipo flexible y antigiratorias, montando bulones de rotación para compensar los defectos de la torsión. Si se produce alguna rotura en los hilos de los cables, por cualquier causa, se deberán colocar manguitos separatorios.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29                                      | PÁGINA 136/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ |                |
|  |                                |   |                |

Todo el tendido y tensado de los conductores se realizará conforme a la tabla de tendido proporcionada por el proyectista, y conforme a las características climatológicas a las que se va a realizar la operación.

Poleas de tendido: Para cables de aluminio, éstas serán de aleación de aluminio. El diámetro será entre 25 y 30 veces el diámetro del cable que se extienda. Esta polea estará calculada para aguantar esfuerzos a que deba ser sometida.

Tensado: Este deberá realizarse arriostrando las torres de amarre a los apoyos de hormigón de anclajes en sentido longitudinal. El tensado de los cables se hará por medio de un cable piloto de acero en evitación de flexiones exageradas. Todos los aparatos para el tensado deberán colocarse a distancia conveniente de la torre de tense, para que el ángulo formado por las tangentes del piloto al paso por la polea no sea inferior a los 150 grados.

Regulado: Toda línea se divide en trozos de longitudes variables según situación de vértices. En el perfil longitudinal se definen los vanos y en los cálculos las flechas de cada uno de ellos, y al mismo se deberá adaptar.

#### 4.5. Cadena de aisladores

Estos se limpiarán cuidadosamente antes de ser montados. Se tendrá especial cuidado en su traslado y colocación para que no sufran desperfectos los herrajes que unen las cadenas.

#### 4.6. Empalmes


Serán de tal calidad que garanticen la resistencia mecánica exigida por los Reglamentos y no exista aumento de la resistencia del conductor.

Los empalmes deberán ser cepillados cuidadosamente, tanto interior como exteriormente, con cepillo y baquetas especiales.

#### 4.7. Engrapado

Para el mismo se deberá tomar medida para conseguir un buen aplomo de las cadenas de aisladores.

El apretado de los tornillos de las grapas se debe hacer alternativamente para asegurar un buen apriete.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 137/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

## 5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Todos los materiales serán de primera calidad. No deberán presentar deterioro ni defecto alguno que disminuya la función que tengan que desarrollar.

### 5.1. Conductores trenzados.

Deberán ir provistos de cubierta de aislamiento, el cual será de polietileno reticulado (PRC). Se deberán distinguir de otros por lo que deberán ir grabados en tintas blancas o relieves en el exterior.

Las secciones de los conductores serán las determinadas en la Memoria.

Los empalmes deberán realizarse mediante manguitos a compresión y el aislamiento será regenerado con cinta de goma autovulcanizante y recubierta con cinta de P.V.C.

### 5.2. Conductores de cobre.

Estos estarán formados, según la sección, por uno o por varios alambres de cobre, cilíndricos, de buena calidad y resistencia mecánica y libres de todos los desperfectos posibles, así como de imperfecciones.

### 5.3. Abrazaderas y tacos de sujeción.

Las abrazaderas serán de placas de acero isoplastificados y de una sola pieza, dotadas de punta de acero roscada.

Las abrazaderas para cable fiador, serán las mismas, de iguales características, pero sin punta de acero.

Los tacos de sujeción se embutirán previa la realización de taladro.

### 5.4. Herrajes.

El cable fiador de acero y de arriostramiento será flexible y galvanizado.

El resto de los herrajes (aprietahilos, grilletes, etc.), serán galvanizados en caliente.

### 5.5. Torres metálicas.

Serán de hierro laminado y responderán a la altura determinada en la Memoria.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 138/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

Serán galvanizadas en caliente. Las cimentaciones se tendrán que adaptar a lo especificado en el cálculo de las mismas.

En Málaga, enero de 2023



Fdo.: María Díez Ruiz

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 139/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |



---

**PROYECTO DE LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA  
DE EVACUACIÓN 15 kV PARA PSF APOLO II**

**DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO**

TÉRMINO MUNICIPAL DE MONTILLA, PROVINCIA DE CÓRDOBA

---

En Málaga, febrero de 2023

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 140/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |



## TRAMO AÉREO

### APOYOS:

| Nº Apoyo | Denominación | Armado | Peso (Kg) | Importe (€) |
|----------|--------------|--------|-----------|-------------|
| 1        | HA-3500-10   | S1110  | 926       | 2.037       |
| 2        | C-500-14     | S1220  | 410       | 902         |
| 3        | C-2000-14    | S1220  | 622       | 1.368       |
| 4        | C-2000-16    | S1220  | 715       | 1.573       |
| 5        | C-500-14     | S1220  | 410       | 902         |
| 6        | C-500-14     | S2220  | 410       | 902         |
| 7        | C-500-16     | S1220  | 467       | 1.027       |
| 8        | MI-2500-14   | S1110  | 962       | 2.116       |
| 9        | MI-2000-14   | S1110  | 905       | 1.991       |
| 10       | MI-3000-12   | S1110  | 819       | 1.802       |

**TOTAL 14.620 €**

### CIMENTACIONES:

| Nº Apoyo | Tipo de cimentación | Volumen hormigón (m³) | Importe (€) |
|----------|---------------------|-----------------------|-------------|
| 1        | Monobloque          | 4,97                  | 248         |
| 2        | Monobloque          | 1,72                  | 86          |
| 3        | Monobloque          | 2,44                  | 122         |
| 4        | Monobloque          | 2,87                  | 144         |
| 5        | Monobloque          | 1,72                  | 86          |
| 6        | Monobloque          | 1,72                  | 86          |
| 7        | Monobloque          | 2,02                  | 101         |
| 8        | Monobloque          | 4,93                  | 246         |
| 9        | Monobloque          | 4,69                  | 235         |
| 10       | Monobloque          | 4,37                  | 218         |

**TOTAL 1.572 €**



CONDUCTORES:

| Conductor         | Tipo  | Longitud (Km) | Importe (€)          |
|-------------------|-------|---------------|----------------------|
| Conductor de fase | LA-56 | 3,38          | 5.305                |
|                   |       |               | <b>TOTAL 5.305 €</b> |

GRAPAS Y HERRAJES:

| Elemento            | Tipo  | Unidades (Ud.) | Importe (€)        |
|---------------------|-------|----------------|--------------------|
| Grapa de Amarre     | GA_1  | 36             | 148                |
| Grapa de Suspensión | GS_1  | 9              | 41                 |
| Horquilla de bola   | HB_11 | 45             | 131                |
| Rótula corta        | R-11  | 45             | 123                |
|                     |       |                | <b>TOTAL 443 €</b> |

AISLADORES:

| Elemento                   | Tipo           | Unidades (Ud.) | Importe (€)          |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------------|
| Aislador cadena amarre     | COMP-20-70-425 | 36             | 900                  |
| Aislador cadena suspensión | COMP-20-70-425 | 9              | 225                  |
|                            |                |                | <b>TOTAL 1.125 €</b> |

MANO DE OBRA:

| Elemento   | Unidades  | Importe (€)           |
|--|-----------|-----------------------|
| Montaje, armado e izado de apoyos                  | 6.646 Kg. | 5.981                 |
| Excavación y hormigonado                           | 31 m3     | 3.410                 |
| Tendido, tensado y engrapado del conductor de fase | 3,38 Km.  | 1.301                 |
|  |           | <b>TOTAL 10.692 €</b> |

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD:

Partida alzada: 40.000 €

## TRAMO SUBTERRÁNEO

### OBRA CIVIL:

| Elemento   | Unidades | Precio ud | Importe (€) |
|--|----------|-----------|-------------|
| Zanja MT   | 656,04   | 20        | 13.120,80   |
| Señalización. Suministro e instalación de mojon de señalización para canalización MT | 25       | 28,7      | 717,50      |
| Registro de tendido  | 16       | 158       | 2.528,00    |
| Cata localización de servicios   | 64,00    | 100       | 6.400,00    |

**TOTAL 22.766,30 €**

### INSTALACIÓN ELÉCTRICA:

| Elemento               | Unidades | Precio ud | Importe (€) |
|------------------------|----------|-----------|-------------|
| Longitud conductor     | 662,04   | 20,74     | 12.467,85   |
| Trabajo de conexionado | 4        | 315,15    | 1.260,60    |

**TOTAL 13.728,45 €**

### GESTIÓN DE RESIDUOS:

| Elemento            | Unidades | Precio ud | Importe (€) |
|---------------------|----------|-----------|-------------|
| Gestión de residuos | 1        | 17.000    | 17.000,00   |

**TOTAL 17.000,00 €**

## RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Presupuesto línea aérea 73.757 €

Presupuesto línea subterránea 53.494,75 €

PRESUPUESTO DE EJECIÓN MATERIAL (PEM)..... 127.251,75 €

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CIENTO VEINTISIETE MIL  
DOSCIENTOS CINCUENTA Y UN euros con SETENTA Y CINCO céntimos.

En Málaga, a febrero de 2023



Fdo.: María Diez Ruiz



---


PROYECTO DE LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA  
DE EVACUACIÓN 15 kV PARA  
PSF APOLO II

DOCUMENTO Nº5:  
ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

TÉRMINO MUNICIPAL DE MONTILLA, PROVINCIA DE CÓRDOBA

---

En Málaga, enero de 2023

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 145/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

## ÍNDICE

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1.    | OBJETIVO.....   | 2  |
| 2.    | DATOS GENERALES DE LA OBRA:.....  | 2  |
| 3.    | NORMATIVA APLICABLE: .....  | 3  |
| 3.1.  | Normas oficiales.....   | 3  |
| 3.2.  | Normas específicas.....   | 4  |
| 4.    | OBLIGACIÓN DEL PROMOTOR: .....  | 5  |
| 5.    | EL COORDINADOR:.....  | 5  |
| 6.    | CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS:.....  | 6  |
| 7.    | OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES:.....  | 7  |
| 8.    | LIBRO DE INCIDENCIAS:.....  | 7  |
| 9.    | DERECHO DE LOS TRABAJADORES: .....  | 8  |
| 10.   | PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES: .....  | 8  |
| 10.1. | Protecciones individuales generales:.....   | 8  |
| 10.2. | Protecciones colectivas generales:.....   | 9  |
| 10.3. | Formación: .....  | 9  |
| 10.4. | Medicina preventiva y primeros auxilios: .....  | 10 |
| 11.   | IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR.....                          | 10 |
| 11.1. | Fase de actuaciones previas: .....  | 10 |
| 11.2. | Fase de acopio de material.....   | 11 |
| 11.3. | Carga y descarga de materiales:.....  | 12 |
| 11.4. | Movimientos de tierras y excavación: .....  | 13 |
| 11.5. | Cimentación: .....  | 14 |
| 11.6. | Izado y armado de apoyos:.....  | 16 |
| 11.7. | Montaje y apriete de tornillería: .....   | 17 |
| 11.8. | Colocación de herrajes y aisladores. Tendido, tensado y engrapado de conductores: ..... | 18 |
| 11.9. | Uso de maquinarias y herramientas:.....   | 19 |
| 12.   | INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL EN OBRA. ....   | 20 |
| 13.   | SEÑALIZACIÓN: .....   | 22 |

## 1. OBJETIVO

El objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es la redacción de los documentos necesarios que definan, en el marco del Real Decreto 1627/1991, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, las previsiones y desarrollo de las soluciones necesarias para los problemas de ejecución de la obra, y la prevención de riesgos de accidentes preceptivos de sanidad, higiene y bienestar de los trabajadores durante el desarrollo de la misma.

En aplicación de este Estudio Básico de Seguridad y Salud de la obra, cada contratista, subcontratista y trabajadores autónomos, elaborarán un plan de seguridad y salud en el trabajo, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio.

## 2. DATOS GENERALES DE LA OBRA:

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto de la línea aérea-subterránea de alta tensión, cuyos datos generales son:

- Proyecto de Ejecución: Línea aérea-subterránea de evacuación 15 kV para PSF APOLO II
- Autor del Proyecto: -----María Díez Ruiz
- Titularidad del encargo: ----- MULLERE SOLAR, S.L.U
- Emplazamiento: -----Montilla (Córdoba)
- Presupuesto de Ejecución material:----- 127.130,55 €
- Plazo de ejecución previsto: -----15 días
- Número de operarios previstos:-----15 operarios

Las unidades constructivas que componen la presente obra son:

- Replanteo.
- Desbroce.
- Excavación.
- Cimentación.
- Armado e izado de apoyos
- Instalación de conductores desnudos.
- Instalación de aisladores.
- Instalación de crucetas.

- Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles...)
- Instalación de limitadores de sobretensión (autoválvulas).
- Instalación de transformadores tipo intemperie sobre apoyos.
- Instalación de dispositivos antivibraciones.
- Medida de altura de conductores.
- Detección de partes en tensión.
- Interconexión entre elementos.
- Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- Puesta a tierra y conexiones equipotenciales.

### 3. NORMATIVA APLICABLE:

#### 3.1. Normas oficiales.

Son de obligado cumplimiento todas las disposiciones legales o reglamentarias, resoluciones y cuantas otras fuentes normativas contengan concretas regulaciones en materia de Seguridad e Higiene en el trabajo, propias de la Industria Eléctrica o de carácter general, que se encuentren vigentes y sean de aplicación durante el tiempo en el que subsista la relación contractual promotor-contratista, según las actividades a realizar.

En particular:

- Ley 8/1980, de 1 de marzo, del Estatuto de los Trabajadores
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (9 de marzo de 1.971).
- Homologación de medios de Protección personal de los trabajadores (BOL. de 29 de mayo de 1.974. Orden de 15 de julio de 1.974).
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 811.980, de 20 de marzo).
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1.995, de 8 de noviembre).
- Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Orden de 27 de junio de 1.997, por la que se desarrolla el RD 39/1.997, de 17 de enero.
- Real Decreto 485/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 148/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |



- Real Decreto 486/1.997, de 14 de abril, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 949/1.997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales.
- Real Decreto 1215/1.997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- 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.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y de Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación (Decreto 3275/1 .982 de 12 de noviembre) e instrucciones Técnicas Complementarias.

### 3.2. Normas específicas.

Dentro de estas Normas deben tener especialmente en cuenta todas las Recomendaciones, Prescripciones e Instrucciones de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la Industria Eléctrica (AMYS), que se recogen en:

- “Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas”.
- “Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos”.
- Instrucción General para la realización de los trabajos en tensión en Alta Tensión y sus Desarrollos.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 149/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

- Instrucción General para la realización de los trabajos en tensión en Baja Tensión y sus Desarrollos.

#### 4. OBLIGACIÓN DEL PROMOTOR:

El promotor está obligado a incluir el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, como documento del Proyecto de Obra.

Antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o empresas y trabajadores autónomos, o diversos trabajadores autónomos.

La designación de coordinadores en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.


#### 5. EL COORDINADOR:

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá coordinar los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.

Deberá coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

El Coordinador deberá aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

Así mismo organizará la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y coordinará las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 150/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

El Coordinador deberá adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

## 6. CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS:

Estarán obligados a aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud e informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Deberán atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.


Los contratistas y subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además, los contratistas y subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

Los equipos de protección individual a disponer para cada uno de los puestos de trabajo a desempeñar, determinadas en el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo a elaborar por el contratista, estarán en consonancia con el resultado previsto por éste en la evaluación de los riesgos que está obligado a realizar en cumplimiento del R.D. 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Una copia de dicha evaluación y de su resultado, se adjuntará al Plan en el momento de su presentación.

Asimismo, y en aplicación del R.D. 773/1.997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual, es responsabilidad del contratista suministrar dichas protecciones individuales a los trabajadores de manera gratuita, reponiéndolas cuando resulte necesario, motivo por el cual, dentro del Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo a elaborar por el contratista, éstas se relacionarán exhaustivamente en todos los apartados del mismo, de

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 151/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

acuerdo con lo señalado en el párrafo anterior, pero no se valorarán dentro del presupuesto del plan.

## 7. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES:

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
  - Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza
  - Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros
  - Recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - Cooperación entre todos los intervinientes en la obra
  - Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.
3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

## 8. LIBRO DE INCIDENCIAS:

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, un libro de incidencias que constará de hojas duplicadas y que será facilitado por el colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 152/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del coordinador. Tendrán acceso al libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones Públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador estará obligado a remitir en el plazo de 24 h una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

### 9. DERECHO DE LOS TRABAJADORES:


Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

### 10. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES:

#### 10.1. Protecciones individuales generales:

1. Cascos: para todas las personas que participan en obra, incluidos visitantes.
2. Guantes de uso general.
3. Guantes de goma.
4. Guantes de soldador.
5. Guantes diacetilicos.
6. Botas de agua.
7. Botas de seguridad de lona.
8. Botas de seguridad de cuero.
9. Botas dielécticas.
10. Gafas de soldador.
11. Gafas de seguridad antiproyecciones.
12. Pantalla de soldador.
13. Mascarillas antipolvo.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 153/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

14. Protectores auditivos.
15. Polainas de soldador.
16. Manguitos de soldador.
17. Mandiles de soldador.
18. Cinturón de seguridad de sujeción.
19. Cinturón antivibratorio.
20. Chalecos reflectantes.

#### 10.2. Protecciones colectivas generales:

1. Pórticos protectores de líneas eléctricas.
2. Vallas de limitación y protección.
3. Señales de seguridad.
4. Cintas de balizamiento.
5. Redes.
6. Soportes y anclajes de redes.
7. Tubo sujeción cinturón de seguridad.
8. Anclaje para tubo.
9. Balizamiento luminoso.
10. Extintores.
11. Interruptores diferenciales.
12. Toma de tierra.
13. Válvula antiretroceso.
14. Riegos.

#### 10.3. Formación:

Todo personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Eligiendo al personal más cualificado impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los trabajos dispongan de algún socorrista.

Se informará a todo el personal interviniente en la obra, sobre la existencia de productos inflamables, tóxicos, etc. y medidas a tomar en cada caso.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 154/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

#### 10.4. Medicina preventiva y primeros auxilios:

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Botiquín: Deberá existir en la obra al menos un botiquín con todos los elementos suficientes para curas, primeros auxilios, dolores, etc.
2. Asistencia a accidentados: Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos, Residencia Sanitaria, médicos, ATS., etc., donde deba trasladarse a los posibles accidentados para un más rápido y efectivo tratamiento, disponiendo en la obra de las direcciones, teléfonos, etc., en sitios visibles.
3. Reconocimiento Médico: todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo que certifique su aptitud.
4. Instalaciones: se dotará a la obra, si así se estima en el correspondiente Plan de Seguridad, de todas las instalaciones necesarias, tales como:
  - Almacenes y talleres.
  - Vestuarios y Servicios.
  - Comedor o, en su defecto, locales particulares para el mismo fin.

### 11. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

El análisis de los riesgos existentes en cada fase de los trabajos se ha realizado en base al proyecto y a la tecnología constructiva prevista en el mismo. De cualquier forma, puede ser variada por el Contratista siempre y cuando se refleje en el Plan de Seguridad y Salud, adaptado a sus medios.

#### 11.1. Fase de actuaciones previas:

En esta fase se consideran las labores previas al inicio de las obras, como puede ser el replanteo, red de saneamiento provisional para vestuarios y aseos de personal de obra, etc.

#### Riesgos Detectables:

- Atropellos y colisiones originados por maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de vehículos de obra.
- Caídas en el mismo nivel.
- Torceduras de pies.
- Generación de polvo.

#### Medidas de seguridad:

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 155/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

- Se cumplirá la prohibición de presencia de personal, en las proximidades y ámbito de giro de maniobra de vehículos y en operaciones de carga y descarga de materiales.
- La entrada y salida de camiones de la obra a la vía pública, será debidamente avisada por persona distinta al conductor.
- Será llevado un perfecto mantenimiento de maquinaria y vehículos.
- La carga de materiales sobre camión será correcta y equilibrada y jamás superará la carga máxima autorizada.
- El personal irá provisto de calzado adecuado.
- Todos los recipientes que contengan productos tóxicos o inflamables, estarán herméticamente cerrados.
- No se apilarán materiales en zonas de paso o de tránsito, retirando aquellos que puedan impedir el paso.

**Prendas de protección personal:**

- Casco homologado.
- Mono de trabajo y en su caso, trajes de agua y botas de goma de media caña.
- Empleo de cinturones de seguridad por parte del conductor de la maquinaria si no está dotada de cabina y protección antivuelco.
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico.

**11.2. Fase de acopio de material**

**Riesgos Detectables:**

- Caídas de objetos
- Golpes.
- Heridas
- Sobreesfuerzos.

**Medidas de seguridad:**

- Antes de comenzar el acopio de material a los lugares de trabajo, se deberá realizar un reconocimiento del terreno, con el fin de escoger la mejor ruta.
- En el caso en que para acceder al lugar de trabajo fuera necesario adecuar o construir una ruta de acceso, esta deberá realizarse con la maquinaria y medios adecuados.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 156/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |



**Prendas de protección personal:**

- Guantes comunes de trabajo de lona y piel flor.
- Ropa de trabajo cubriendo la mayor parte del cuerpo.
- Botas reforzadas.

11.3. Carga y descarga de materiales:

**Riesgos Detectables:**

- Caída de operarios al mismo nivel.
- Golpes, heridas y sobreesfuerzos.
- Caída de objetos.

**Medidas de seguridad:**

- Con el fin de evitar posibles lesiones en la columna vertebral, el operario llevará a cabo el levantamiento de la carga realizando el esfuerzo con las piernas, y manteniendo en todo momento la columna recta.
- Un operario no podrá levantar más de 50 Kg en la carga y descarga manual. En el caso en concreto en que la carga fuera superior a la cantidad límite, se deberá realizar entre más trabajadores.
- En el caso en que el acarreo de pesos se estime en una duración superior a las 4 horas de trabajo continuadas, el peso máximo a acarrear será de 25 Kg., o bien deberán utilizarse medios mecánicos adecuados.
- Para la carga y descarga con medios mecánicos, la maquinaria a emplear deberá ser la adecuada (grúa, pala cargadora, etc.) y su maniobra deberá ser dirigida por personal especializado, no debiéndose superar en ningún momento la carga máxima autorizada.
- Todas las máquinas que participen en las operaciones deberán estar correctamente estabilizadas. La elevación de la carga deberá realizarse de forma suave y continuada.
- En el transcurso de operaciones de carga y descarga, ninguna persona ajena se acercará al vehículo. Debe acotarse el entorno y prohibirse el permanecer o trabajar dentro del radio de acción del brazo de una máquina
- Nunca permanecerá ni circulará personal debajo de las cargas suspendidas, ni permanecerá sobre las cargas.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 157/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

- Para la descarga de bobinas de conductores, se emplearán cuerdas, rampas, raíles...
- Bajo ningún concepto se hará rodar la bobina por un solo canto.
- Se prohíbe el acopio de materiales a menos de 2 metros de las coronaciones de taludes.

**Prendas de protección personal:**

- Guantes adecuados
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Fajas antilumbago, si existen cargas muy pesadas.

**11.4. Movimientos de tierras y excavación:**

**Riesgos Detectables:**

- Choque, atropellos y atrapamientos ocasionados por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de las máquinas.
- Caídas en altura del personal que intervienen en el trabajo.
- Generación de polvo.
- Desprendimiento de tierra y proyección de rocas.
- Caídas de personal al interior de pozos.
- Caídas a distinto nivel.

**Medidas de seguridad:**

- En el caso de uso de herramientas, debido a las reducidas dimensiones que generalmente tendrán los hoyos, se recomienda que sea un único trabajador el que permanezca en su interior, para evitar accidentes por alcance entre ellos de las herramientas a emplear.
- Los picos, palas y otras herramientas deberán estar en buenas condiciones.
- En el caso de hoyos con probable peligro de derrumbamiento de paredes, nunca deberá quedar un operario solo en su interior, sino que en el exterior de hoyo debe permanecer, al menos, otro operario, para caso de auxilio.
- Las maniobras de las máquinas estarán dirigidas por persona distinta al conductor.
- Los escombros procedentes de la excavación deberán situarse a una distancia adecuada del hoyo, para evitar la caída al interior del mismo.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 158/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

- Los pozos de cimentación se señalarán para evitar caídas del personal a su interior desde su realización hasta que sean rellenados.
- Durante la ausencia de los operarios de la obra, los hoyos serán tapados con tabloncillos u otros elementos adecuados.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- Durante la retirada de árboles no habrá personal trabajando en planos inclinados con fuerte pendiente.
- Mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Al proceder a la realización de excavaciones, correcto apoyo de las máquinas excavadoras en el terreno.
- Si se realizan excavaciones de hoyos en roca que exijan uso de explosivos, la manipulación de estos deberá ser realizada por personal especializado, con el correspondiente permiso oficial y poseedor del carné de dinamitero.
- En caso de que sobrase dinamita, se entregará en el Cuartel de la Guardia Civil o se destruirá en obra.


**Prendas de protección personal:**

- El equipo de los operarios que efectúen las labores de excavación estará formado por: ropa adecuada de trabajo, guantes adecuados, casco de seguridad, botas reforzadas y gafas antipolvo reforzadas si existiese la posibilidad de que pueda penetrar tierra y otras partículas en los ojos.
- Empleo del cinturón de seguridad por parte del conductor de la maquinaria.

**11.5.Cimentación:**

**Riesgos Detectables:**

- Caída de persona y/o objetos al mismo nivel.
- Caída de persona y/o objetos a distinto nivel.
- Contactos con el hormigón por salpicaduras en cara y ojos.
- Quemadura de la piel por la acción del cemento.
- Caída de la hormigonera por efecto del volteo por no estar suficientemente nivelada y sujeta.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 159/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

Medidas de seguridad:

a) Vertidos directos mediante canaleta:


- Se instalarán fuertes topes de recorrido de los camiones hormigonera, para evitar vuelcos.
- Se prohíbe acerar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 metros del borde de la excavación.
- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.
- La maniobra de vertidos será dirigida por u capataz que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.

b) Vertidos directos mediante cubo o cangilón:

- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- Se señalará, mediante una traza horizontal ejecutada con pintura en color amarilla, el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible.
- La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables
- La maniobra de aproximación, se dirigirá mediante señales preestablecidas fácilmente inteligibles por el gruista.

En general habrá que tomar las siguientes medidas preventivas:

- Ningún trabajador con antecedentes de problemas cutáneos participará en las labores de hormigonado.
- Si por alguna causa, algún trabajador sufriese lesiones por acción del cemento, se deberá notificar la aparición de las mismas lo antes posible, con el fin de evitar la cronificación y nuevas sensibilizaciones.
- Si el amasado se realiza con hormigonera in situ, ésta deberá estar correctamente nivelada y sujeta.
- Los trabajadores deberán tener especial cuidado con:
  - No utilizar prendas con elementos colgantes y que no sean de la talla adecuada.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 160/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

- No exponer la piel al contacto con el cemento.
- Realizar las operaciones con las debidas condiciones de estabilidad.
- No manejar elementos metálicos sin usar guantes adecuados.
- Utilizar el casco protector y gafas de protección si existe riesgo de que penetren partículas en los ojos.

**Prendas de protección personal:**

- Casco de seguridad
- Gafas protectoras
- Ropas y guantes adecuados.
- Faja antilumbago.


**11.6. Izado y armado de apoyos:**

**Riesgos Detectables:**

- Caída de personal desde altura
- Atrapamientos.
- Golpes y heridas.

**Medidas de seguridad:**

- No participarán en el armado de apoyos ningún operario con antecedentes de vértigo o epilepsia.
- Los desplazamientos de operarios por los apoyos se realizarán con las manos libres y siempre bien sujetos por el cinturón de seguridad.
- Se utilizarán grúas adecuadas (camión grúa, pluma...) según el peso y la altura, para el izado del apoyo. Cuidándose mucho de no sobrepasar la carga máxima autorizada.
- El manejo de la misma lo realizará siempre personal especializado.
- La grúa deberá estar en todo momento perfectamente nivelada.
- La elevación de las cargas deberá realizarse lentamente, evitando todo arranque o paro bruscos.
- Las maniobras deberán ser dirigidas por personal especializado, debiendo ser una única persona la encargada de dirigir al operador.
- En ningún momento deberá permanecer ninguna persona sobre las cargas ni sobre la maquinaria.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 161/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

- La permanencia o circulación bajo carga suspendida queda terminantemente prohibida.
- Se tomarán especiales cuidados en la vestimenta cuando se trabaje con soldaduras.
- Una vez izado el apoyo deberá dejarse debidamente aplomado y estable.
- El armado del apoyo se realizará cuando el cimientto esté consolidado.
- Los apoyos sin hormigonar nunca se dejarán izados en ausencia de personal.
- Las herramientas y materiales no se lanzarán bajo ningún concepto, siempre se subirán y bajarán con la ayuda de cuerdas.
- Los trabajadores que realicen estos trabajos deberán usar cinturones portaherramientas.

**Prendas de protección personal:**

- Cascos de seguridad
- Cinturón de seguridad que se amarrará a partes fijas de la torre.
- Ropas y guantes adecuados.
- Botas de seguridad.

11.7. Montaje y apriete de tornillería:


**Riesgos Detectables:**

- Caída de personal desde altura
- Caídas de objetos desde altura.
- Golpes y heridas.

**Medidas de seguridad:**

- Se utilizarán herramientas adecuadas, según el esfuerzo que haya que realizar, para el apriete de los tornillos.
- En el trabajo de apriete de tornillería trabajarán como máximo dos operarios, situados al mismo nivel o a tresbolillo, y siempre en la cara externa del apoyo.
- La subida y bajada de material y herramientas se realizará con la ayuda de cuerdas, nunca lanzándolas.
- Los desplazamientos de los operarios por el apoyo se realizarán con las manos libres y cinturón de seguridad.

**Prendas de protección personal:**

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 162/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

- Cascos de seguridad
- Cinturón de seguridad que se amarrará a partes fijas de la torre.
- Ropas y guantes adecuados.
- Botas de seguridad.

#### 11.8.Colocación de herrajes y aisladores. Tendido, tensado y engrapado de conductores:

##### Riesgos Detectables:

- Caída de personal desde altura.
- Caídas de objetos desde altura.
- Golpes y heridas.

##### Medidas de seguridad:

- Estas labores serán realizadas por personal especializado.
- El personal realizará su trabajo siempre con cinturón de seguridad sujeto a las partes fijas del apoyo y con las manos libres.
- Se entenderán la zona interior de los apoyos y las proyecciones de las crucetas como zonas peligrosas.
- Los gatos que soporten las bobinas dispondrán de elementos de frenado que impidan el movimiento rotatorio de la bobina.
- Las poleas de tendido deberán amarrarse adecuadamente a las cadenas de aisladores.
- En las operaciones de tensado y flechado, los apoyos fin de línea deberán estar arriostrados, de manera que no sufran esfuerzos superiores a los previstos en las condiciones normales de trabajo.
- Durante las operaciones de tendido y tensado el operario no deberá permanecer dentro del radio de acción del conductor.
- Para efectuar correctamente estas operaciones se usarán aparatos radioteléfonos, y de esta manera transmitir todas las órdenes de parada y puesta en marcha del tendido, o poner en alerta de cualquier imprevisto.
- Con el fin de evitar la descompensación de las crucetas, el flechado se realizará alternativamente en cada cruceta.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 163/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

- Si fuera necesario, en los cruces con carreteras, ríos, calles, otras líneas... se instalarán protecciones (pórticos), según el tipo de cruzamiento, con el fin de proteger la zona de cruce, con el fin de evitar daños a terceros.
- Los cables se procurará pasarlos sobre cualquier obstáculo existente, de esta manera se evitarán resistencias a la hora de realizar el tendido.

**Prendas de protección personal:**

- Cascos de seguridad
- Cinturón de seguridad.
- Ropas y guantes adecuados.
- Botas de seguridad.
- Cinturón antilumbago.

**11.9. Uso de maquinarias y herramientas:**

**Riesgos Detectables:**

- Caída de personal desde altura
- Caídas de objetos desde altura.
- Golpes y heridas.

**Medidas de seguridad:**

- Estas labores serán realizadas por personal especializado.
- El personal realizará su trabajo siempre con cinturón de seguridad sujeto a las partes fijas del apoyo y con las manos libres.
- Se entenderán la zona interior de los apoyos y las proyecciones de las crucetas como zonas peligrosas.
- Los gatos que soporten las bobinas dispondrán de elementos de frenado que impidan el movimiento rotatorio de la bobina.
- Las poleas de tendido deberán amarrarse adecuadamente a las cadenas de aisladores.
- En las operaciones de tensado y flechado, los apoyos fin de línea deberán estar arriostrados, de manera que no sufran esfuerzos superiores a los previstos en las condiciones normales de trabajo.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 164/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZC0B64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |



- Durante las operaciones de tendido y tensado el operario no deberá permanecer dentro del radio de acción del conductor.
- Para efectuar correctamente estas operaciones se usarán aparatos radioteléfonos, y de esta manera transmitir todas las órdenes de parada y puesta en marcha del tendido, o poner en alerta de cualquier imprevisto.
- Con el fin de evitar la descompensación de las crucetas, el flechado se realizará alternativamente en cada cruceta.
- Si fuera necesario, en los cruces con carreteras, ríos, calles, otras líneas... se instalarán protecciones (pórticos), según el tipo de cruzamiento, con el fin de proteger la zona de cruce, con el fin de evitar daños a terceros.
- Los cables se procurará pasarlos sobre cualquier obstáculo existente, de esta manera se evitarán resistencias a la hora de realizar el tendido.

**Prendas de protección personal:**

- Cascos de seguridad
- Cinturón de seguridad.
- Ropas y guantes adecuados.
- Botas de seguridad.
- Cinturón antilumbago.
- Protección auditiva en caso necesario.

## 12. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL EN OBRA.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.


El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admiten tramos defectuosos.

La distribución general, desde el cuadro general de la obra a los cuadros secundarios, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 165/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en el "macho", para evitar contactos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300mA. Alimentación a la maquinaria.
- 30mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30mA. Para las instalaciones ecléticas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eclético dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con manto aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada.

- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m. medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.

- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conductores de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas con elementos longitudinales transportados a hombros (pértigas, reglas, escaleras de mano...). La inclinación de la pieza puede llegar a producir contacto eléctrico.

|  |                                |   |                |
|--|--------------------------------|---|----------------|
| RUBEN CLAVIJO LUMBRERAS cert. elec. repr. B26564500                                  |                                | 02/02/2023 16:29  | PÁGINA 166/167 |
| VERIFICACIÓN   | PEGVE7DHF88U6UY9VWQKZCQB64V69V | <a href="https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/</a> |                |
|  |                                |   |                |

### 13. SEÑALIZACIÓN:

Se realizará la señalización oportuna según el tipo de trabajo que se esté realizando, la fase de ejecución y el lugar del mismo. Las señalizaciones serán temporales, durarán el tiempo que se prolongue los trabajos. Serán de tipo: triángulos con hombres trabajando, cintas, banderolas...

Cuando por cruzamientos sea necesario advertir de los límites de velocidad y altura, estrechamiento de la calzada, etc. se colocarán estas señales antes y depuse del lugar de trabajo, a la distancia reglamentadas para cada tipo de carretera.

La señalización fija que debe llevar las instalaciones eléctricas estará prescrita en el Reglamento para Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Dicha señalización previene del riesgo que supone la electricidad, prohibiendo tocar los conductores y apoyos. Esta señalización se coloca en los apoyos.

En Málaga, enero de 2023



Fdo.: María Diez Ruiz