

# **PROYECTO DE EJECUCIÓN**

**LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN 45 KV  
S.E.T. “ZUERA OESTE” – S.E.T. “SAN MATEO”**

**EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZUERA Y  
SAN MATEO DE GÁLLEGO (PROVINCIA DE ZARAGOZA)**



**Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza**

AUTOR: Carlos Guzmán Vera  
DIRECTOR: Antonio Montañés  
ESPECIALIDAD: I.T.I Electricidad  
CONVOCATORIA: Junio 2014

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

### **Resumen:**

El proyecto a continuación redactado contiene la documentación necesaria, para la construcción de una Línea Aérea de Alta Tensión de 45 kV de doble circuito que sustituirá a la línea aérea actual de simple circuito, con el objeto de aumentar la capacidad de transporte de energía eléctrica para atender la demanda de los nuevos suministros en el polígono industrial y zona residencial de San Mateo de Gállego y mejorar la calidad de suministro de la zona, siendo un proyecto que cumple con lo que determinan los vigentes Reglamentos e Instrucciones Técnicas Complementarias.

El proyecto consta de una serie de documentos : Memoria y Anexos, Planos, Pliego de Condiciones, Presupuesto y Estudio de Seguridad y Salud; todos ellos destinados a exponer la finalidad de la línea eléctrica, describir y definir la instalación y sus elementos integrantes, valorar el conjunto de la instalación y evidenciar el cumplimiento de las prescripciones técnicas impuestas en el vigente Reglamento.

En el documento "Memoria" se redactan tanto el objeto del proyecto como el alcance del mismo. En dicho documento se detallara el trazado de la línea, origen, final y los términos municipales y organismos afectados; se describirá la instalación, indicando sus características generales, así como la de los materiales que se prevén utilizar. Las necesidades, diseño y justificación de los elementos constituyentes de la línea aérea, conductores, apoyos, tierras, etc, estarán descritas en el anexo "Cálculos". Otros anexos, "Producción y Gestión de Residuos", "Plan de Control de Calidad" y "Estudio de impacto ambiental" complementarán la información de la "Memoria".

En el documento "Planos" se exponen mediante planos de detalle, todas las características de la línea descritas en la Memoria y Anexos de una forma mas visual para su mejor comprensión.

El "Pliego de Condiciones" definirá los requisitos tanto de carácter general como los de carácter técnico que han de cumplirse en la construcción de la Línea Aérea de Alta Tensión.

El documento "Presupuesto" reflejará detalladamente el precio del proyecto en cuestión, tanto la obra civil, como los materiales, su montaje y derivados.

Por último, el objeto del "Estudio de Seguridad y Salud" será el establecer las directrices generales encaminadas a disminuir en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales.

**DOCUMENTOS**  
**DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN**

**LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN 45 KV**  
**S.E.T. “ZUERA OESTE” – S.E.T. “SAN MATEO”**

**EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZUERA Y**  
**SAN MATEO DE GÁLLEGO (PROVINCIA DE ZARAGOZA)**

- 1. MEMORIA**
- 2. PLIEGO CONDICIONES**
- 3. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**
- 4. PRESUPUESTO**
- 5. PLANOS**



**Escuela de**  
**Ingeniería y Arquitectura**  
**Universidad Zaragoza**

# **PROYECTO DE EJECUCIÓN**

**LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN 45 KV  
S.E.T. “ZUERA OESTE” – S.E.T. “SAN MATEO”**

**EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZUERA Y  
SAN MATEO DE GÁLLEGO (PROVINCIA DE ZARAGOZA)**

**DOCUMENTO Nº1:**

**MEMORIA**



**Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza**

AUTOR: Carlos Guzmán Vera  
DIRECTOR: Antonio Montañés  
ESPECIALIDAD: I.T.I Electricidad  
CONVOCATORIA: Junio 2014

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

### **ÍNDICE DOCUMENTO Nº1 – MEMORIA**

<b>1 OBJETO DEL PROYECTO .....</b>	<b>4</b>
<b>2 ALCANCE DEL PROYECTO .....</b>	<b>5</b>
<b>3 EMPRESA QUE REALIZA EL PROYECTO Y TITULAR DE LA PETICIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>4 REGLAMENTACIÓN APLICABLE .....</b>	<b>6</b>
<b>5 TRAZADO DE LA LINEA Y EMPLAZAMIENTO.....</b>	<b>7</b>
5.1 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO .....	7
5.1.1 Línea Aérea Alta Tensión .....	7
<b>6 RELACIÓN DE ENTIDADES Y ORGANISMOS AFECTADOS .....</b>	<b>9</b>
6.1 LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN.....	9
<b>7 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....</b>	<b>12</b>
7.1 LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN.....	12
7.1.1 Características Generales.....	12
7.1.2 Descripción de los materiales.....	12
7.1.2.1 Apoyos.....	12
7.1.2.2 Conductores .....	15
7.1.2.3 Cable de tierra .....	15
7.1.2.4 Aislamiento .....	16
7.1.2.5 Herrajes .....	17
7.1.2.6 Empalmes para el conductor y cable de tierra. ....	20
7.1.2.7 Accesorios .....	20
7.1.3 Características de la obra civil.....	21
7.1.3.1 Cimentaciones para los apoyos .....	21
7.1.3.2 Tomas de tierra de los apoyos .....	22
7.2 SUPERVISIÓN TÉCNICA DE LA LÍNEA .....	23
<b>8 CONCLUSIONES Y RESUMEN PRESUPUESTARIO.....</b>	<b>24</b>

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

### **ANEXOS A LA MEMORIA**

- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS
- PRODUCCION Y GESTION DE RESIDUOS
- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

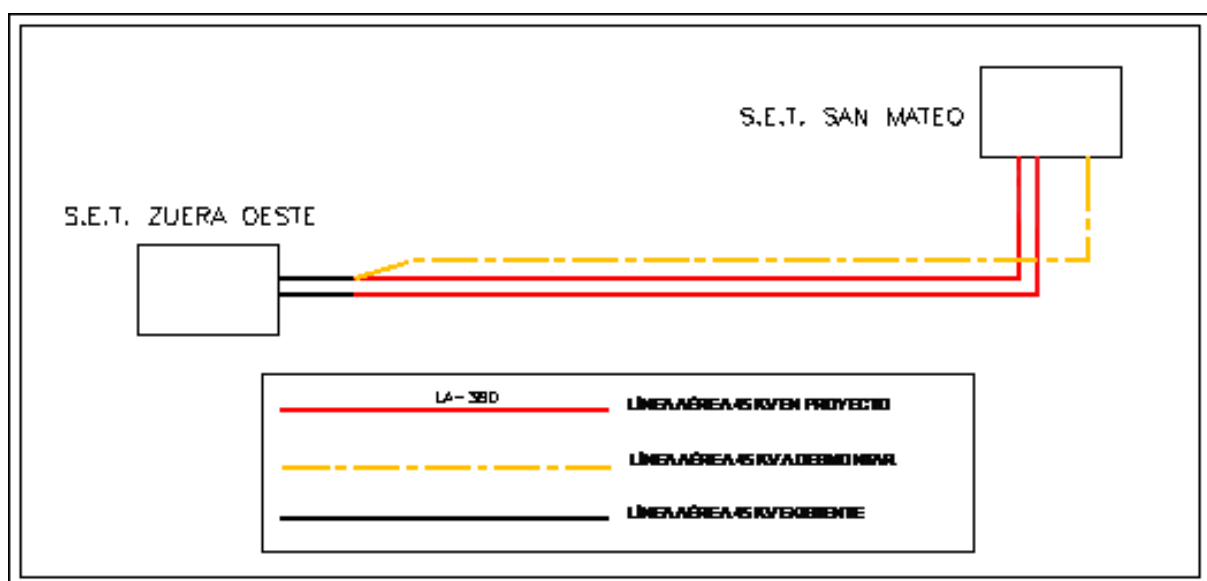
### 1 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto es el estudio, descripción y valoración para su posterior ejecución de la Línea Aérea Alta Tensión 45 kV "S.E.T. Zuera Oeste – S.E.T. San Mateo", en los términos municipales de Zuera y San Mateo de Gállego, provincia de Zaragoza.

La línea aérea, en proyecto, de doble circuito, sustituirá a la línea aérea actual de simple circuito, con el objeto de aumentar la capacidad de transporte de energía eléctrica para atender la demanda de los nuevos suministros en el polígono industrial y zona residencial de San Mateo de Gállego y mejorar la calidad de suministro de la zona.

Asimismo el presente documento servirá de base para la tramitación oficial de la Autorización Administrativa, Aprobación del Proyecto de ejecución y Declaración de Utilidad Pública, si ha lugar.

Este es el esquema de la instalación proyectada:



## **2 ALCANCE DEL PROYECTO**

El presente proyecto está constituido por los siguientes documentos: Memoria, Anexos, Pliego de Condiciones, Estudio de Seguridad y Salud Laboral, Presupuesto y Planos. En él se describen, justifican y valoran, con un nivel de detalle constructivo, todos los elementos constitutivos de la Línea Aérea de Alta Tensión de 45 kV situada entre la S.E.T Zuera Oeste y S.E.T San Mateo, en los términos municipales de Zuera y San Mateo de Gallego, provincia de Zaragoza.

Con la presente documentación se pretende describir las características constructivas a las que habrán de ajustarse las instalaciones eléctricas descritas, siempre de acuerdo con lo que señalan los vigentes reglamentos que se refieren a este tipo de instalaciones.

## **3 EMPRESA QUE REALIZA EL PROYECTO Y TITULAR DE LA PETICIÓN**

INGENIERIAS ELECTRICAS, S.L., con domicilio social en Paseo de la Independencia Nº7, 50001 ZARAGOZA, y CIF B-50384361, se encarga de la realización del proyecto LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN 45 KV "S.E.T. ZUERA OESTE – S.E.T. SAN MATEO", en los términos municipales de Zuera y San Mateo de Gállego, provincia de Zaragoza.

#### **4 REGLEMENTACIÓN APLICABLE**

Para la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta todas y cada una de las especificaciones siguientes:

- Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D. 223/2008, 15 Febrero).
- Ley del Sector Eléctrico (Ley 54/1997, 27 Noviembre).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (R.D. 3275/1982, 12 Noviembre).
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Decreto 34/2005, de 8 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se establecen las normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas aéreas con objeto de proteger la avifauna
- Normas DIN y UNE
- Recomendaciones UNESA
- Disposiciones municipales que afecten a este tipo de instalaciones.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

## 5 TRAZADO DE LA LINEA Y EMPLAZAMIENTO

### 5.1 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

#### 5.1.1 Línea Aérea Alta Tensión

La Línea eléctrica objeto del presente proyecto tiene su origen en el apoyo N° 1D, existente, de Línea Aérea 45 kV "S.E.T. Zuera Oeste – S.E.T. San Mateo", desde donde, a través de 10 alineaciones y 27 apoyos se llegará al nuevo apoyo N° 28D, mediante una línea de doble circuito y finalizando en S.E.T. "San Mateo".

La longitud total de la línea es de 7.268,89 metros, y se encuentra en los términos municipales de Zuera y San Mateo de Gállego, provincia de Zaragoza.

La Línea Aérea se encuentra sobre 230 m sobre el nivel del mar. Al no exceder los 500 m de altitud, según el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, la Línea se considerará en zona A.

Nº ALINEACIÓN	APOYOS Nº	LONGITUD (m.)	TÉRMINO MUNICIPAL
1	P – 4D	843,49	ZUERA
2	4D – 8D	1.190,64	
3	8D – 10D	550,57	
4	10D – 15D	1.467,64	
5	15D – 16D	164,16	
6	16D – 18D	341,04	ZUERA
7	18D – 19D	338,65	
8	19D – 22D	871,14	
9	22D – 27D	1283,41	ZUERA Y SAN MATEO DE GÁLLEGO
10	27D – P	218,15	SAN MATEO DE GÁLLEGO
<b>TOTAL</b>	<b>27 Ud.</b>	<b>7.268,89</b>	

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

A continuación se adjunta coordenadas U.T.M. de ubicación de los apoyos proyectados en la Línea:

Nº APOYO	COORDENADA X	COORDENADA Y
P	682.987	4.637.446
1D	682.986	4.637.426
2D	682.954	4.637.061
3D	682.929	4.636.786
4D	682.913	4.636.606
5D	682.902	4.636.343
6D	682.890	4.636.050
7D	682.878	4.635.770
8D	682.863	4.635.416
9D	682.824	4.635.141
10D	682.785	4.634.871
11D	682.723	4.634.487
12D	682.670	4.634.162
13D	682.636	4.633.956
14D	682.601	4.633.738
15D	682.549	4.633.423
16D	682.560	4.633.259
17D	682.537	4.633.091
18D	682.514	4.632.921
19D	682.715	4.632.648
20D	683.006	4.632.557
21D	683.296	4.632.465
22D	683.546	4.632.386
23D	683.834	4.632.310
24D	684.027	4.632.259
25D	684.234	4.632.204
26D	684.525	4.632.127
27D	684.787	4.632.058
28D	684.968	4.631.979
P	684.987	4.631.971

## 6 RELACIÓN DE ENTIDADES Y ORGANISMOS AFECTADOS

### 6.1 LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN

En las siguientes tablas se indican los organismos o entidades afectados por la línea aérea en proyecto, bien por cruzamientos o por paralelismos, que cumplen lo que al respecto se establece en el apartado 5.3. de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, y para los cuales se confeccionan las correspondientes separatas.

#### Diputación General de Aragón (Servicio Provincial de Carreteras y Transportes)

APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
27D – 28D	Cruzamiento con Carretera A-123 en P.K. 18+216	San Mateo de Gállego

#### Ministerio de Fomento

APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
1D – 2D	Cruzamiento con Carril incorporación a Autovía A-23	Zuera
18D – 19D	Cruzamiento con Carretera N-330 en P.K. 520+640	Zuera

#### Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
21D – 22D	Cruzamiento con Corredor Noreste Alta Velocidad "Zaragoza – Huesca" en P.K. 19+025	Zuera

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

### Telefónica de España, S.A.

APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
18D – 19D	Cruzamiento con línea telefónica	Zuera
22D – 23D	Cruzamiento con línea telefónica	Zuera
27D – 28D	Cruzamiento con línea telefónica	San Mateo de Gállego

### Confederación Hidrográfica del Ebro

APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
22D – 23D	Cruzamiento con Río Gállego	Zuera y San Mateo de Gállego

### Diputación General de Aragón (Servicio Provincial de Medio Ambiente – Vías Pecuarias)

APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
18D – 19D	Cruzamiento con Cañada de Villanueva a San Mateo de Gállego	Zuera
27D – 28D	Cruzamiento con Vereda Mejana de la Barca	San Mateo de Gállego

### Comunidad de Regantes del término de Rabal

APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
22D – 23D	Cruzamiento con Línea Aérea Media Tensión a C.T. Sindicato de Riegos El Rabal	Zuera
22D – 23D	Cruzamiento con parcelas 763 y 824 del polígono 44	Zuera
22D – 23D	Cruzamiento con parcela 411 del polígono 15	San Mateo de Gállego

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

#### Comunidad General de Regantes de la Acequia Camarera

APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
23D – 24D	Cruzamiento con Acequia del Canalillo	San Mateo de Gállego
26D – 27D	Cruzamiento con Acequia Camarera	San Mateo de Gállego

#### Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U

APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
21D – 28D	Paralelismo con Línea Aérea 45/15 kV S.E.T. "San Mateo" entre sus apoyos Nº 6T y Nº 14D	Zuera y San Mateo de Gállego
27D – 28D	Cruzamiento con Línea aérea Media Tensión "Las Lomas – san Mateo" entre sus apoyos Nº 13T y Nº 12D	San Mateo de Gállego

## **7 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN**

### **7.1 LÍNEA AÉREA ALTA Tensión**

#### **7.1.1 Características Generales**

La Línea objeto del presente proyecto tiene como principales características las siguientes:

- Sistema ..... Corriente alterna trifásica
- Frecuencia ..... 50 Hz
- Tensión nominal..... 45 kV
- Temperatura máxima conductor ..... 75 °C
- Potencia por circuito en MVA ..... 56 MVA
- Longitud ..... 7.268,89 metros
- Número de circuitos ..... 2
- Tipo de conductor ..... 337-AL1/44-ST1A (LA-380 GULL)
- Número de conductores por fase ..... 1
- Tipo de cable de tierra ..... OPGW 34F42Z
- Zona.....A
- Tipo de aislamiento ..... Vidrio
- Tipo de apoyos y material ..... Apoyos metálicos de celosía Ac. Galv.
- Número de apoyos de suspensión..... 17
- Número de apoyos de amarre ..... 10
- Cimentaciones ..... Monobloque y cimentación fraccionada
- Puestas a tierra.....Electrodo de difusión o anillo difusor

#### **7.1.2 Descripción de los materiales**

##### **7.1.2.1 APOYOS**

Los apoyos a utilizar en la construcción de la Línea Aérea en proyecto serán del tipo metálicos de celosía, de las series Olmo, Arce y Drago del fabricante Made, diseñados para la instalación de 2 circuitos de 45 kV distribuidos en hexágono y una cúpula para la instalación del cable de tierra.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

Estarán constituidos por perfiles angulares normalizados con acero EN 10025 S 275 JR para las diagonales y EN 10025 S 355 J2 para los montantes, siendo su anchura mínima 45 mm y su espesor mínimo de 4 mm.

Los tornillos empleados serán de calidad 5.6. La composición de la materia prima, la designación y las propiedades mecánicas cumplen la norma DIN-267, hoja 3. Las dimensiones de los tornillos y las longitudes de apriete se ajustan a las indicadas en la norma DIN-7990, con la correspondiente arandela de 8 mm, según norma DIN-7989 y tuercas hexagonales. Para determinar el número y diámetro de los tornillos a emplear en cada unión se usarán las fórmulas adecuadas a la sollicitación a que estén sometidas las barras.

Todos los apoyos irán obligatoriamente señalizados con una **placa de señalización** en el que se indicara su tensión, número de apoyo y otros datos de interés. En el documento planos podemos apreciar con detalle una de estas placas.

#### 7.1.2.1.1 Protección de superficies de los apoyos

Todos los apoyos tendrán protección por galvanizado en caliente. El galvanizado por inmersión en caliente se hará de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 1461:1999.

La superficie presentará una galvanización lisa adherente, uniforme, sin discontinuidad y sin manchas.

#### 7.1.2.1.2 Dimensiones de los apoyos

La distancia entre fases viene dada por la distancia a mantener de los conductores entre sí, de acuerdo al apartado 5.4.1. de la ITC-LAT 07 del RLAT, en los vanos de la línea aérea. En el anexo de Cálculos justificativos puede consultarse una tabla resumen con dichas distancias.

La altura elegida de los apoyos está determinada por la distancia mínima reglamentaria a mantener al terreno y demás obstáculos por los conductores de la línea aérea.

En función de las necesidades de la ubicación y de las condiciones de utilización previstas se colocará el siguiente tipo:

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

Nº de apoyo (según plano)	Función del apoyo	Tipo de apoyo
P	Pórtico	SET ZUERA
1D-exist	Principio de Línea	DRAGO 2500 H4 18 CA
2D	Alineación	ARCE 900 H40 23.00 CS
3D	Alineación	ARCE 630 H30 18.45 CS
4D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H30 18.45 CA
5D	Alineación	ARCE 630 H30 23.00 CS
6D	Alineación	ARCE 630 H30 23.00 CS
7D	Alineación	ARCE 900 H40 20.70 CS
8D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H30 20.70 CA
9D	Alineación	ARCE 630 H30 25.00 CS
10D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H40 23.00 CA
11D	Alineación	ARCE 900 H40 20.70 CS
12D	Alineación	ARCE 630 H30 18.45 CS
13D	Alineación	ARCE 630 H30 20.70 CS
14D	Alineación	ARCE 900 H40 20.70 CS
15D	Angulo/Anclaje	ARCE 1800 H30 13.95 CA
16D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H30 13.95 CA
17D	Alineación	ARCE 630 H30 16.20 CS
18D	Angulo/Anclaje	DRAGO 2500 H4 18 CA
19D	Angulo/Anclaje	DRAGO 2500 H4 21 CA
20D	Alineación	OLMO 610 H5 5TA CS
21D	Alineación	OLMO 610 H5 5T CS
22D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H30 23.00 CA
23D	Alineación	OLMO 610 H5 4TA CS
24D	Alineación	OLMO 610 H5 4TA CS
25D	Alineación	OLMO 610 H5 5T CS
26D	Alineación	OLMO 610 H5 5TA CS
27D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H30 23.00 CA
28D	Final de Línea	DRAGO 2500 H4 18 CA
P	PORTICO	SET SAN MATEO

En el documento planos se adjunta plano de apoyos tipo donde se resumen las dimensiones y pesos de los apoyos, así como esquema de las cimentaciones con sus volúmenes de cimentación

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

#### 7.1.2.2 CONDUCTORES

La línea aérea está dotada de un conductor de aluminio con alma de acero galvanizado del tipo 337-AL1/44-ST1A (LA-380), de acuerdo a las Normas UNE-EN 50182 y GE LNE001, cuyas características son las siguientes:

- Denominación: ..... 337-AL1/44-ST1A (LA-380 GULL)
- Composición: ..... 54 de 2,82 mm (Al) + 7 de 2,82 mm (Ac)
- Sección total:.....381 mm<sup>2</sup>
- Diámetro total:..... 25,38 mm
- Peso del cable:..... 1,275 kg/m
- Módulo de elasticidad: ..... 7.000 kg/mm<sup>2</sup>
- Coeficiente de dilatación lineal:..... 19,3 x 10<sup>-6</sup> °C
- Carga de rotura: ..... 10.870 kg
- Resistencia eléctrica a 20°C: .....0,0857 Ω/km

#### 7.1.2.3 CABLE DE TIERRA

Para protección frente a las descargas atmosféricas, y para comunicaciones, la línea aérea está dotada de un cable compuesto tierra-fibra óptica, del tipo OPGW, de acuerdo a las Normas UNE-EN 60794-4 y GE NNJ001.

Las características principales del cable de tierra son las siguientes:

- Denominación: ..... OPGW 34F42Z
- Sección total:.....78,9 mm<sup>2</sup>
- Diámetro total:..... 13,4 mm
- Peso del cable:.....0,425 Kg/m
- Módulo de elasticidad: ..... 11.876 Kg/mm<sup>2</sup>
- Coeficiente de dilatación lineal:..... 17,60 x 10<sup>-6</sup> °C<sup>-1</sup>
- Carga de rotura: .....5.500 Kg

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

#### 7.1.2.4 AISLAMIENTO

El aislamiento estará dimensionado mecánicamente para el conductor 337-AL1/44-ST1A (LA-380) y eléctricamente para 45 kV.

La normativa aplicable para la fabricación de estos aisladores será:

- UNE 21.009.- Medidas de acoplamiento para rótula y alojamiento.
- UNE-EN 60.383.- Ensayos de aisladores para líneas superiores a 1000V.
- UNE-EN 60.305.- Características de los elementos tipo caperuza y vástago.
- UNE-EN 60372.- Dispositivos de enclavamiento.

Las cadenas estarán constituidas por elementos de vidrio templado del tipo caperuza y vástago, con las siguientes características:

- Denominación.....U100BS
- Material ..... Vidrio templado
- Paso..... 127 mm
- Diámetro ..... 255 mm
- Línea de fuga ..... 315 mm
- Carga de rotura ..... 100 kN
- Norma de acoplamiento ..... 16A

A continuación se indican las características básicas de las cadenas de amarre y suspensión.

##### 7.1.2.4.1 Cadenas de suspensión

Cada cadena estará constituida por 4 elementos.

Las características eléctricas del conjunto de aisladores son las siguientes, según CEI 383/1993:

- Tensión mantenida a frecuencia industrial en seco ..... 205 kV
- Tensión mantenida a frecuencia industrial bajo lluvia ..... 135 kV
- Tensión mantenida a impulso tipo rayo 1,2/50 micros ..... 320 kV
- Longitud de línea de fuga..... 1.260 mm
- Línea de fuga específica ..... 24,23 mm/kV

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

#### 7.1.2.4.2 Cadenas de amarre

En los apoyos de amarre se instalarán cadenas dobles, cada una estará constituida por 5 elementos.

Las características eléctricas del conjunto de aisladores son las siguientes, según CEI 383/1993:

- Tensión mantenida a frecuencia industrial en seco .....245 kV
- Tensión mantenida a frecuencia industrial bajo lluvia ..... 165 kV
- Tensión mantenida a impulso tipo rayo 1,2/50 micros .....380 kV
- Longitud de línea de fuga..... 1.575 mm
- Línea de fuga específica .....30,28 mm/kV

Por tanto, con las cadenas de aisladores previstas se sobrepasan tanto estos valores de línea de fuga como los niveles de aislamiento determinados por el R.L.A.T. en cuanto a tensión de choque y frecuencia industrial.

#### 7.1.2.5 HERRAJES

Se engloban bajo esta denominación todos los elementos necesarios para la fijación de los aisladores a los apoyos y a los conductores, los de fijación del cable de tierra a la torre, los de protección eléctrica de los aisladores y los accesorios del conductor como antivibradores, separadores, manguitos,...

Para la elección de los herrajes se tendrá en cuenta su comportamiento frente al efecto corona y serán fundamentalmente de acero forjado, protegido de la oxidación mediante galvanizado a fuego.

Todos los bulones serán siempre con tuerca, arandela y pasador, estando comprendido el juego entre éstos y sus taladros entre 1 y 1,5 mm. El juego axial entre piezas estará comprendido entre 1 y 2,5 mm.

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

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

Todas las características métricas, constructivas, de ensayo, etc. de los herrajes serán las indicadas en las normas siguientes:

- UNE-EN 61.284
- UNE 21.009
- UNE 21.021
- UNE-EN 60372
- UNE 207009

#### 7.1.2.5.1 Herrajes para el conductor

La composición de las distintas cadenas de herrajes para el conductor, sus cargas de rotura y esfuerzos máximos a los que pueden ser sometidos serán los que marca el R.L.A.T. para el conductor.

##### Cadena de amarre doble:

- 1 Grillete revirado.
- 3 Grillete normal.
- 2 Yugo triangular.
- 2 Horquilla bola.
- 2 Rótula corta.
- 1 Grapa de amarre a compresión.
- 1 Cola de compresión.

##### Cadena de suspensión:

- 1 Grillete normal.
- 1 Anilla Bola.
- 1 Rótula corta.
- 1 Grapa de suspensión armada.

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

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

#### 7.1.2.5.2 Herrajes para el cable de tierra

Las cadenas serán sencillas, debiendo tenerse en cuenta los máximos esfuerzos soportables para cumplir los coeficientes de seguridad impuestos por el R.L.A.T., estando constituidas por las siguientes piezas:

##### Cadena de suspensión OPGW:

- Grillete recto
- Eslabón revirado
- Grapa de suspensión armada
- Grapa de conexión paralela.
- Grapa de conexión a torre.
- Inserto goma neopreno
- Juego de varillas preformadas.

##### Cadena de amarre bajante OPGW:

- Grillete recto con tornillo
- Grillete revirado con tornillo
- Tirante
- Horquilla guardacabos
- Empalme de protección
- Retención
- Grapa conexión sencilla
- Antivibradores
- Varillas de protección

##### Cadena de amarre pasante OPGW:

- Grillete recto con tornillo
- Grillete revirado con tornillo
- Tirante
- Horquilla guardacabos
- Empalme de protección
- Retención

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

- Grapa conexión paralela
- Grapa conexión sencilla
- Antivibradores
- Varillas de protección

Las diversas cadenas de herrajes para el cable de tierra están representadas en el documento PLANOS.

#### 7.1.2.6 EMPALMES PARA EL CONDUCTOR Y CABLE DE TIERRA.

Los empalmes de los conductores entre si, se efectuarán por el sistema de "manguito comprimido", estando constituidos por:

- Tubo de aluminio de extrusión para la compresión del aluminio

Serán de un material prácticamente inoxidable y homogéneo con el material del conductor que unen, con objeto de evitar formación de un par eléctrico apreciable. La ejecución quedará hecha de modo que el empalme tenga una resistencia mecánica por lo menos igual al 95% de la del cable que une y una resistencia eléctrica igual a la de un trozo de cable sin empalme de la misma longitud. Cumplirán lo fijado en la norma UNE 21021.

Su ejecución se realizará mediante una máquina apropiada que dispondrá de los troqueles necesarios para que resulte, tras la compresión, una sección del empalme hexagonal con la medida entre-caras dada por el fabricante, lo cual servirá para garantizar que la unión ha quedado correctamente realizada.

#### 7.1.2.7 ACCESORIOS

- **Antivibradores**: Sirven para proteger los conductores y el cable de tierra de los efectos perjudiciales que pueden producir los fenómenos de vibración eólica a causa de los vientos de componente transversal a la línea y velocidades comprendidas entre 1 y 10 m/s. Cumplirán la norma UNE-EN 61897.

En los cables de fase se instalarán uno por conductor y vano hasta 500 mts y dos por conductor y vano en los mayores de 500 mts. Para el cable de tierra se instalarán dos por vano y cable.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

La distancia entre el antivibrador y la grapa del conductor se verificará con el fabricante de antivibradores mediante los cálculos oportunos.

- **Contrapesos:** En el caso de que por desniveles en los vanos, se produzcan importantes pérdidas de peso del gravivano, se colocarán los contrapesos necesarios para compensar y limitar los desvíos de cadena correspondiente.
- **Salvapájaros:** Como medida preventiva anticolidión, en los casos que sea necesario, se instalarán tiras en "X" de neopreno (35 cm x 5 cm) o espirales (30 cm de diámetro por 1 metro de longitud). Se colocarán en los conductores de fase y/o de tierra, de diámetro aparente inferior a 20 mm, de manera que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 m como máximo.

### 7.1.3 **Características de la obra civil**

#### 7.1.3.1 **CIMENTACIONES PARA LOS APOYOS**

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa de calidad HM-20 y deberán cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 98.

Se proyectan las cimentaciones de los distintos apoyos de acuerdo con la naturaleza del terreno.

El coeficiente de seguridad al vuelco para las distintas hipótesis no es inferior a:

- Hipótesis normales..... 1,5
- Hipótesis anormales..... 1,2

#### 7.1.3.1.1 **Cimentación tipo monobloque**

La cimentación de los apoyos de la serie Olmo será del tipo monobloque prismático de sección cuadrada, calculado según todo lo que al respecto se especifica en el apartado 3.6 de la ITC-07 del R.L.A.T., por la fórmula de Sulzberger, internacionalmente aceptada.

El bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 20 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

uniones. Dichas cimentaciones se terminarán con un vierteaguas de 5 cm de altura para facilitar así mismo la evacuación del agua de lluvia.

Sus dimensiones serán aquellas que marca el fabricante según para un terreno con coeficiente de compresibilidad  $K=12 \text{ kg/cm}^2\text{xcn}$ . En el caso de coeficientes de compresibilidad menores, deberá procederse a recalcular estas cimentaciones.

Las diversas cimentaciones están representadas en el documento PLANOS.

#### 7.1.3.1.2 Cimentación tipo cuatro patas

Las cimentaciones de los apoyos de las series Arce y Drago serán del tipo "Pata de Elefante", fraccionadas en cuatro bloques independientes y secciones circulares.

El bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 20 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Sobre cada uno de los bloques de hormigón se hará la correspondiente peana, con un vierteaguas de 5 cm de altura.

Sus dimensiones, calculadas por el fabricante según el método del talud natural o ángulo de arrastre de tierras suponiendo un terreno normal (resistencia característica a compresión de  $2,5 \text{ kg/cm}^2$  y ángulo de arranque de las tierras de  $30^\circ$ ). En el caso de tener otras características mecánicas, deberá procederse al recálculo de las zapatas.

Las diversas cimentaciones están representadas en el documento PLANOS.

#### 7.1.3.2 TOMAS DE TIERRA DE LOS APOYOS

En todos los apoyos la resistencia de difusión de la puesta a tierra será inferior a  $20 \Omega$  y las tomas serán realizadas teniendo presente lo que al respecto se especifica en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 del RLAT. Podrá efectuarse por cualquiera de los sistemas siguientes:

- **Electrodo de difusión:** Se dispondrán picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro unidas mediante grapas de fijación y cable de cobre desnudo al montante del apoyo.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

El extremo superior de la pica de tierra quedará, como mínimo, a 0,8 m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre las picas de tierra y el apoyo

- **Anillo difusor:** Se realizará una puesta a tierra en anillo cerrado alrededor del apoyo, de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m. como mínimo de las aristas del macizo de cimentación.

El valor de la tensión de contacto será inferior a los valores reglamentarios fijados en el capítulo 7 de la ITC-LAT 07.

La medición de la toma de tierra será por cuenta del Contratista para lo cual deberá contar con el equipo adecuado.

En ambos casos la parte visible del cable de cobre hasta el punto de unión con el montante de la torre se protegerá mediante tubo de PVC rígido y en la unión con la pica enterrada, se colocará pasta aislante al objeto de evitar humedad que dañe por oxidación dicha unión.

En el documento PLANOS se muestran los detalles de las tomas de tierra.

### **7.2 SUPERVISIÓN TÉCNICA DE LA LÍNEA**

Durante las fases de ejecución del proyecto constructivo, del tendido, de la confección de conexiones, de los ensayos y de la puesta en servicio, INGENIERIAS ELECTRICAS S.L designará los técnicos competentes más adecuados a cada tarea con tal de garantizar la calidad de los trabajos y asegurar la calidad en la explotación futura de la línea objeto de este proyecto.

En este sentido, todos los trabajos se llevarán a cabo siguiendo los baremos de calidad habituales de INGENIERIAS ELECTRICAS S.L, y bajo la estrecha vigilancia de los técnicos referidos en el párrafo anterior.

## 8 **CONCLUSIONES Y RESUMEN PRESUPUESTARIO**

En los apartados de esta memoria se ha expuesto la finalidad y justificación de la LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN 45 KV "S.E.T. ZUERA OESTE – S.E.T. SAN MATEO", en los términos municipales de Zuera y San Mateo de Gállego, provincia de Zaragoza.

En los anexos y planos que se acompañan se justifican y detallan los fundamentos técnicos que han servido de base para la confección de este proyecto, los cuales cumplen con lo establecido en el vigente Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

Con los datos expuestos en la presente memoria, en unión con los documentos que se acompañan, creemos haber dado una idea clara de la obra a realizar, esperando la Sociedad peticionaria por ello que este proyecto sirva de base para la tramitación del Expediente de Autorización Administrativa, Aprobación del Proyecto de Ejecución y Declaración de Utilidad Pública, si ha lugar.

A continuación se muestra resumidamente el presupuesto general de la instalación y los presupuestos parciales por afecciones públicas de los ayuntamientos de Zuera y San Mateo. Estos presupuestos están perfectamente detallados en el DOC 4: PRESUPUESTO, excepto el presupuesto de seguridad y salud, que podremos encontrarlo detallado en el DOC 5: ESS.

### **PRESUPUESTO GENERAL**

LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN .....	760.689,25 €
- MATERIALES .....	330.755,78 €
- MONTAJE .....	331.860,99 €
- OBRA CIVIL .....	98.072,48 €
ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD .....	42.316,41 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL .....	803.005,66 €
GASTOS GENERALES (8%) .....	68.934,19 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO .....</b>	<b>871.939,85 €</b>

LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

Memoria

**PRESUPUESTOS DE PARTES DE DOMINIO PUBLICO AFECTADAS**

**AYUNTAMIENTO DE ZUERA**

MATERIALES.....	261.685,90 €
- LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN .....	261.685,90 €
MONTAJE .....	268.803,29 €
- LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN .....	268.803,29 €
OBRA CIVIL .....	79.998,89 €
- LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN .....	79.998,89 €

**TOTAL PRESUPUESTO AYUNTAMIENTO ZUERA .....610.488,08 €**

**AYUNTAMIENTO DE SAN MATEO**

MATERIALES.....	69.069,88 €
- LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN .....	69.069,88 €
MONTAJE .....	63.057,70 €
- LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN .....	63.057,70 €
OBRA CIVIL .....	18.073,59 €
- LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN .....	18.073,59 €

**TOTAL PRESUPUESTO AYUNTAMIENTO SAN MATEO DE GÁLLEGO .... 150.201,17 €**

**Zaragoza, Junio del 2014**  
Fdo:

Carlos Guzmán Vera

**ANEXOS A LA MEMORIA**  
**DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN**

**LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN 45 KV**  
**S.E.T. “ZUERA OESTE” – S.E.T. “SAN MATEO”**

**EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZUERA Y**  
**SAN MATEO DE GÁLLEGO (PROVINCIA DE ZARAGOZA)**



**Escuela de**  
**Ingeniería y Arquitectura**  
**Universidad Zaragoza**

## **ANEXOS A LA MEMORIA:**

- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS
- PRODUCCION Y GESTION DE RESIDUOS
- ESTUDIO DE IMPACTO MEDIAMBIENTAL
- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

# **CALCULOS JUSTIFICATIVOS DEL PROYECTO**

**LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN 45 KV**

**S.E.T. “ZUERA OESTE” – S.E.T. “SAN MATEO”**

**EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZUERA Y  
SAN MATEO DE GÁLLEGO (PROVINCIA DE ZARAGOZA)**

## **ANEXO I**



**Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza**

## **ÍNDICE CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

<b>1</b>	<b>LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN .....</b>	<b>4</b>
1.1	CÁLCULOS ELÉCTRICOS JUSTIFICATIVOS DE LOS CONDUCTORES .....	4
1.1.1	Constantes y características eléctricas de la línea .....	4
1.1.2	Densidad máxima.....	5
1.1.3	Potencia a transportar .....	5
1.1.4	Reactancia media por km.....	5
1.1.5	Resistencia eléctrica .....	6
1.1.6	Susceptancia por kilómetro .....	6
1.1.7	Perditancia .....	7
1.1.8	Impedancia.....	8
1.1.9	Admitancia.....	8
1.1.10	Impedancia característica .....	8
1.1.11	Angulo característico.....	8
1.1.12	Potencia característica.....	9
1.1.13	Caída de tensión .....	9
1.1.14	Pérdida de potencia .....	9
1.1.15	Valores eléctricos de la línea en función del $\cos \phi$ .....	10
1.1.16	Ecuaciones de propagacion.....	10
1.1.17	Capacidad de transporte por limite térmico.....	11
1.1.18	Efecto corona.....	12
1.1.19	Resumen características de la línea .....	14
1.2	CÁLCULOS MECÁNICOS DE LOS CONDUCTORES .....	15
1.2.1	Características mecánicas de los conductores y del cable de tierra .....	15
1.2.2	Hipótesis de cálculo .....	16
1.2.2.1	Vano .....	17
1.2.2.2	Gravivano .....	17
1.2.2.3	Eolovano.....	18
1.2.2.4	Vano de rey .....	19
1.2.2.5	Flecha.....	19
1.2.3	Acciones a considerar .....	20
1.2.3.1	Acción del propio peso .....	20
1.2.3.2	Acción del viento .....	21
1.2.3.3	Acción de la temperatura .....	23
1.2.4	Tablas de cálculo mecánico de conductores y cable de tierra .....	24
1.2.4.1	Conductor 337-AL1/44-ST1A (LA-380 GULL) .....	25
1.2.4.2	Cable Tierra OPGW 34F42Z.....	29
1.2.5	RESUMEN GENERAL .....	33
1.3	CÁLCULO DE LOS APOYOS .....	34

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

1.3.1 Hipótesis de cálculo .....	35
1.3.2 Cálculo esfuerzos horizontales.....	38
1.3.3 Cálculo esfuerzos verticales.....	41
1.3.4 Cálculo de cimentaciones.....	42
1.3.4.1 Cimentación tipo monobloque.....	42
1.3.4.2 Cimentación tipo cuatro patas.....	43
1.4 COMPROBACIÓN DE LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD .....	43
1.4.1 Distancia de los conductores al terreno .....	43
1.4.2 Distancias entre conductores .....	44
1.4.3 Distancias de los conductores a los apoyos.....	46
1.4.4 Distancias entre conductores y cable de tierra.....	48
1.5 DISTANCIAS EN CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS .....	50
1.5.1 Líneas eléctricas y de telecomunicación .....	50
1.5.1.1 Cruzamientos .....	50
1.5.1.2 Paralelismos entre líneas eléctricas.....	51
1.5.2 Carreteras .....	51
1.5.2.1 CRUZAMIENTOS.....	51
1.5.3 Ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses .....	52
1.5.3.1 Cruzamientos .....	52
1.5.4 Ríos y canales, navegables o flotables .....	53
1.5.4.1 Cruzamientos .....	53
1.5.5 Paso por zonas .....	53
1.5.5.1 Bosques, árboles y masas de arbolado .....	53
1.5.5.2 Edificios, construcciones y zonas urbanas .....	54

## 1 LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN

### 1.1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS JUSTIFICATIVOS DE LOS CONDUCTORES

#### 1.1.1 Constantes y características eléctricas de la línea

##### Datos eléctricos de la instalación

- Tensión nominal..... U = 45 kV
- Circuitos ..... Dos
- Conductor Aéreo ..... 337-AL1/44-ST1A (LA-380)
- Frecuencia ..... 50 Hz
- Longitud ..... 7268,89 m
- Potencia máxima admisible por circuito ..... 50,44 MW
- Factor de potencia (desfavorable).....  $\cos \varphi = 0,9$

##### Características del conductor 337-AL1/44-ST1A (LA-380)

- Denominación ..... 337-AL1/44-ST1A (LA-380)
- Composición ..... 54 de 2,82 mm (Al) + 7 de 2,82 mm (Ac)
- Sección total ..... 381 mm<sup>2</sup>
- Diámetro total..... 25,38 mm
- Intensidad máxima admisible ..... 719 A
- Resistencia eléctrica a 20°C ..... 0,0857  $\Omega$ /Km
- Reactancia ..... 0,360  $\Omega$ /Km
- Disposición conductores ..... Hexágono Irregular

### 1.1.2 Densidad máxima

La línea de Alta Tensión proyectada emplea un conductor tipo 337-AL1/44-ST1A (LA-380) de Al-Ac. Según el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión en el apartado 4.2. de su ITC-LAT-07, la densidad máxima de corriente en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz para una sección total de 381 mm<sup>2</sup> es de 1,988 A/mm<sup>2</sup>; a este valor se le aplica un coeficiente reductor de 0,95 por tratarse de un conductor de composición 54 + 7 resultando:

$$\theta_r = 0,95 \times 1,988 = 1,888 \text{ A/mm}^2$$

que supone una intensidad máxima por conductor de:

$$I = 1,888 \times 381 \approx 719 \text{ A}$$

### 1.1.3 Potencia a transportar

La potencia máxima por circuito que puede transportar viene dada por la intensidad anteriormente calculada.

$$P_{\max}(\text{MW}) = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi}{1000}$$

Por lo cual:

$$P_{\max}(\text{MW}) = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi}{1000} = \frac{\sqrt{3} \cdot 45 \cdot 719 \cdot 0,9}{1000} = 50,44 \text{ MW}$$

### 1.1.4 Reactancia media por km

La reactancia kilométrica de la línea viene dada por la fórmula:

$$X = 2\pi f \cdot M \text{ } \Omega/\text{Km}$$

Siendo M el coeficiente de inducción mutua

$$M = (K + 4,605 \cdot \log (2 D/d)) \cdot 10^{-4} \text{ H / km}$$

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

Donde:

- X = reactancia en ohmios por kilómetro
- f = frecuencia en hertzios
- D = separación media geométrica entre conductores en mm
- d = diámetro del conductor en mm
- K = constante que toma el valor de 0,5.

La separación media geométrica entre fases para el armado H30, con disposición en hexágono irregular, será:

$$D = \sqrt[3]{D_1 \cdot D_2 \cdot D_3} = \sqrt[3]{3,01 \cdot 3,19 \cdot 3,01} = 3,07 \text{ m}$$

$$D_1 = \frac{\sqrt{D_{1-2} \cdot D_{1-2'} \cdot D_{1-3} \cdot D_{1-3'}}}{D_{1-1'}} = \frac{\sqrt{3,04 \cdot 6,09 \cdot 6 \cdot 4,8}}{7,68} = 3,01 \text{ m}$$

$$D_2 = \frac{\sqrt{D_{2-1} \cdot D_{2-1'} \cdot D_{2-3} \cdot D_{2-3'}}}{D_{2-2'}} = \frac{\sqrt{3,04 \cdot 6,09 \cdot 3,04 \cdot 6,09}}{5,80} = 3,19 \text{ m}$$

$$D_3 = \frac{\sqrt{D_{3-1} \cdot D_{3-1'} \cdot D_{3-2} \cdot D_{3-2'}}}{D_{3-3'}} = \frac{\sqrt{6 \cdot 4,8 \cdot 3,04 \cdot 6,09}}{7,68} = 3,01 \text{ m}$$

Sustituyendo valores se obtiene una reactancia de

$$X_K = 0,360 \Omega/\text{km}$$

$$X = 0,360 \cdot 7,268 = 2,616 \Omega$$

#### 1.1.5 Resistencia eléctrica

$$R_K = 0,0857 \Omega/\text{km}$$

$$R = 0,0857 \cdot 7,268 = 0,622 \Omega$$

#### 1.1.6 Susceptancia por kilómetro

El valor de la susceptancia kilométrica de la línea se calcula mediante la fórmula:

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

$$B_K = C \cdot 2u \cdot f \text{ (S/km)}$$

Sustituyendo C (capacidad kilométrica) por la expresión:

$$C = \frac{24,2}{\log \frac{D}{d}} \cdot 10^{-9} \left( \frac{\text{Faradios}}{\text{km}} \right)$$

Tendremos:

$$B_K = \frac{24,2}{\log \frac{3070}{12,69}} \cdot 10^{-9} \cdot 50 \cdot 2 \pi = 3,1885 \cdot 10^{-6} \left( \frac{\text{S}}{\text{km}} \right)$$

$$B = B_K \cdot 7,268 = 3,1885 \cdot 10^{-6} \cdot 7,268 = 2,317^{-5}(\text{S})$$

Donde:

- B = Susceptancia en Siemens/km
- F = Frecuencia de la red en hertzios
- D = Separación media geométrica entre conductores en mm
- r = Radio del conductor en mm

### 1.1.7 Perditancia

La perditancia o conductancia kilométrica de la línea vendrá dada por los valores de las pérdidas en los aisladores:

$$G = [P_A + P_{EC}] \cdot \frac{10^{-3}}{V^2} \left( \frac{\text{S}}{\text{km}} \right)$$

Donde:

- -PA = Pérdidas en los aisladores en kW/km
- -PEC = Pérdidas por efecto corona en kW/km
- -V = Tensión de servicios por fase de la línea en kV

Debido a que tanto las pérdidas por efecto corona como las pérdidas en los aisladores, considerando la longitud de la línea, resultan prácticamente despreciables, se supone despreciable: GK=0

### 1.1.8 Impedancia

La impedancia kilometrica de la linea vendra dada por la resistecia y la reactancia kilometrica, asi como se muestra en la siguiente formula:

$$\vec{Z}_k = R + j \cdot X \left( \frac{\Omega}{\text{km}} \right)$$

Sustituyendo tendremos:

$$\vec{Z}_k = R + j \cdot X = 0,0857 + j \cdot 0,360 = 0,37 \angle 76,602^\circ \Omega$$

$$\vec{Z} = R + j \cdot X = 0,622 + j \cdot 2,616 = 2,688 \angle 76,602^\circ \Omega$$

### 1.1.9 Admitancia

La admitancia kilométrica de la línea vendrá dada por los valores de conductancia y susceptancia kilométrica.

$$\vec{Y} = G + j \cdot B \text{ (S)}$$

Sustituyendo tendremos:

$$\vec{Y} = G + j \cdot B = 0 + j \cdot 2,317^{-5} = 2,317^{-5} \angle 90^\circ \text{ (S)}$$

### 1.1.10 Impedancia característica

$$\vec{Z}_c = \sqrt{\frac{\vec{Z}}{\vec{Y}}} = \sqrt{\frac{2,688 \angle 76,602^\circ}{2,317 \cdot 10^{-5} \angle 90^\circ}} = 340,605 \angle -6,67^\circ \Omega$$

### 1.1.11 Angulo característico

$$\vec{\theta} = \sqrt{\vec{Z} \cdot \vec{Y}} = \sqrt{2,688 \angle 76,602^\circ \cdot 2,317 \cdot 10^{-5} \angle 90^\circ} = 7,891^{-3} \angle 83,301^\circ \Omega$$

### 1.1.12 Potencia característica

$$P_c = \frac{U^2}{Z_c} = \frac{45^2}{340,605} = 5,945 \text{ Mw}$$

### 1.1.13 Caída de tensión

La caída de tensión por resistencia y reactancia de la línea (despreciando la influencia capacitiva), viene dada por la expresión:

$$e\% = \frac{100 \cdot (R_k + X_k \cdot \tan \varphi) \cdot P \cdot L}{U^2}$$

$$e\% = \frac{100 \cdot (0,0857 + 0,360 \cdot 0,4843) \cdot 50,44 \cdot 7,268}{45^2} = 4,70 \%$$

y en el valor absoluto :

$$0,04707 \cdot 45000 = 2118,51 \text{ V}$$

### 1.1.14 Pérdida de potencia

La pérdida de potencia porcentual viene dada por la expresión :

$$P\% = \frac{100 \cdot R \cdot P}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \cdot L$$

$$P\% = \frac{100 \cdot 0,0857 \cdot 50,44}{45^2 \cdot 0,9^2} \cdot 7,268 = 1,915\%$$

y en el valor absoluto :

$$0,01915 \cdot 50,44 = 0,9661 \text{ MW}$$

De los cálculos expuestos se deduce que el tipo de conductor aéreo (LA-380), es válido para las necesidades de la instalación, cumpliendo con todas las condiciones exigidas tanto en lo que concierne a caídas de tensión, capacidad de transporte y pérdidas de potencia.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

#### 1.1.15 Valores eléctricos de la línea en función del $\cos \varphi$

$\cos \varphi$	POT. MÁX. (MW)	CAÍDA DE TENSIÓN (%)	PÉRDIDA DE POTENCIA (%)
1	56,04	1,897	1,897
0,95	53,24	4,291	1,997
0,9	50,44	5,182	2,108
0,85	47,63	5,811	2,232
0,8	44,83	6,300	2,372

#### 1.1.16 Ecuaciones de propagacion

Las ecuaciones de propagación para la línea en función de las constantes del cuadripolo equivalente son:

$$\vec{V}_1 = \vec{A} \cdot \vec{V}_2 + \vec{B} \cdot \vec{I}_2$$

$$\vec{I}_1 = \vec{C} \cdot \vec{V}_2 + \vec{D} \cdot \vec{I}_2$$

Las constantes auxiliares de la línea considerando únicamente los dos primeros términos del desarrollo en serie de las funciones hiperbólicas son:

$$\vec{A} = 1 + \frac{\vec{Z} \cdot \vec{Y}}{2} = \vec{D}$$

$$\vec{B} = \vec{Z} \cdot \left( 1 + \frac{\vec{Z} \cdot \vec{Y}}{6} \right)$$

$$\vec{C} = \vec{Y} \cdot \left( 1 + \frac{\vec{Z} \cdot \vec{Y}}{6} \right)$$

Las constantes son:

$$\vec{A} = 1 + \frac{\vec{Z} \cdot \vec{Y}}{2} = \vec{D} = 1 + \left( \frac{2,688 \angle 76,602^\circ \cdot 2,317 \cdot 10^{-5} \angle 90^\circ}{2} \right) = 1 \angle 1,77^\circ$$

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

$$\vec{B} = \vec{Z} \cdot \left( 1 + \frac{\vec{Z} \cdot \vec{Y}}{6} \right) = 2,688 \angle 76,602^\circ \cdot \left( 1 + \frac{2,688 \angle 76,602^\circ \cdot 2,317 \cdot 10^{-5} \angle 90^\circ}{6} \right) = 2,688 \angle 76,602^\circ$$

$$\vec{C} = \vec{Y} \cdot \left( 1 + \frac{\vec{Z} \cdot \vec{Y}}{6} \right) = 2,317 \cdot 10^{-5} \angle 90^\circ \cdot \left( 1 + \frac{2,688 \angle 76,602^\circ \cdot 2,317 \cdot 10^{-5} \angle 90^\circ}{6} \right) = 2,317^{-5} \angle 90^\circ$$

Tomando como referencia para el eje real la tensión nominal en la subestación receptora, constante e igual a 45000 V, la tensión simple será:

$$V_2 = \frac{45000}{\sqrt{3}} = 25980,76V \qquad \vec{V}_2 = 25980,76 \angle 0^\circ V$$

Como carga en la subestación receptora se tomará 50,44 MW, con un  $\cos \phi = 0,9$ , que supone una intensidad de:

$$I_2 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_2 \cdot \cos \alpha} = \frac{50440}{\sqrt{3} \cdot 45 \cdot 0,9} = 719,05A \qquad \vec{I}_2 = 719,05 \angle -25,84^\circ$$

La tensión al principio de la línea será, de acuerdo a las ecuaciones de propagación:

$$\vec{V}_1 = \vec{A} \cdot \vec{V}_2 + \vec{B} \cdot \vec{I}_2 = (1 \angle 1,77^{-3} \cdot 25980,76 \angle 0^\circ) + (2,688 \angle 76,602^\circ \cdot 719,05 \angle -25,84^\circ) = (25980 \angle 1,75^{-3} + 1922,73 \angle 50,762^\circ) = 27244,54 \angle 3,151^\circ V$$

lo que da una caída de tensión de:

$$\Delta V\% = \frac{|\vec{V}_1| - |\vec{V}_2|}{|\vec{V}_1|} \cdot 100 = \frac{27244,54 - 25980,76}{27244,54} \cdot 100 = 4,7\%$$

#### **1.1.17 Capacidad de transporte por limite térmico**

La capacidad de transporte total de la línea atendiendo a su intensidad será:

$$P_{\max} (MW) = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi}{1000}$$

Por lo cual:

$$P_{\max}(\text{MW}) = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi}{1000} = \frac{\sqrt{3} \cdot 45 \cdot 719 \cdot 0,9}{1000} = 50,44 \text{ MW}$$

### 1.1.18 Efecto corona

El efecto corona se produce cuando el conductor adquiere un potencial lo suficientemente elevado como para dar un gradiente de campo eléctrico radial igual o superior a la rigidez dieléctrica del aire. Será interesante por lo tanto comprobar si en algún punto de la línea se llega a alcanzar la tensión crítica disruptiva. Para ello utilizaremos la fórmula de Peek:

$$U_c = V_c \cdot \sqrt{3} = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot m_c \cdot \delta \cdot m_T \cdot r \cdot \ln \frac{D}{d}$$

donde:

- $U_c$  = tensión compuesta crítica eficaz en kV para la que empiezan las pérdidas por efecto corona, es decir, tensión crítica disruptiva.
- $V_c$  = tensión simple correspondiente.
- 29,8 = valor máximo o de cresta, en kV/cm, de la rigidez dieléctrica del aire a 25° C de temperatura, y a la presión barométrica de 76 cm de columna de mercurio.
- $m_c$  = coeficiente de rugosidad del conductor (consideramos 0,85 para cables).
- $m_T$  = coeficiente meteorológico .
- $r$  = radio del conductor en cm.
- $D$  = distancia media geométrica entre fases en cm.
- $\delta$  = factor de corrección de la densidad del aire, función de la altura sobre el nivel del mar.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

- El valor de  $\delta$  se calculará por:

$$\delta = \frac{3,921 \cdot h}{273 + \theta}$$

Donde:

- h = presión barométrica en cm de columna de mercurio.
- $\theta$  = temperatura en grados centígrados, correspondiente a la altitud de punto que se considere.

El valor de h es función de la altitud sobre el nivel del mar. En nuestro caso vamos a considerar un valor medio aproximado de h de 738 cm (230 metros sobre el nivel del mar) y una temperatura media de 15° C, obteniendo  $\delta = 0,9862$ .

De esta forma podemos ya calcular el valor de la tensión crítica disruptiva. Si considerásemos tiempo seco ( $m_T=1$ ):

$$U_c = V_c \cdot \sqrt{3} = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot 0,85 \cdot \frac{3,921 \cdot 73,8}{273 + 15} \cdot 1 \cdot 1,269 \cdot \ln \frac{307}{1,269} = 217,1 \text{ kV}$$

$$U_c = 217,1 \text{ kV} > 145 \text{ kV}$$

Al ser el valor de la tensión crítica disruptiva mayor que la tensión compuesta más elevada, definida según el apartado 4.3 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, no tendríamos efecto corona en la línea.

Si considerásemos tiempo húmedo ( $m_T=0,8$ ):

$$U_c = V_c \cdot \sqrt{3} = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot 0,85 \cdot \frac{3,921 \cdot 73,8}{273 + 15} \cdot 0,8 \cdot 1,269 \cdot \ln \frac{307}{1,269} = 173,68 \text{ kV}$$

$$U_c = 173,68 \text{ kV} > 145 \text{ kV}$$

Al ser el valor de la tensión crítica disruptiva mayor que la tensión compuesta más elevada, definida según el apartado 4.3 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, tampoco tendríamos efecto corona en la línea.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

#### 1.1.19 Resumen características de la línea

- ❖ Resistencia eléctrica:  $0,622 \Omega$
- ❖ Reactancia de autoinducción:  $2,616 \Omega$
- ❖ Susceptancia:  $2,317^{-5} (S)$
- ❖ Perditancia:  $0 (S)$
- ❖ Admitancia: Modulo:  $2,317^{-5} (S)$  Argumento:  $\angle 90^\circ$
- ❖ Impedancia: Modulo:  $2,688 \Omega$  Argumento:  $\angle 76,602$
- ❖ Impedancia característica: Modulo:  $340,05 \Omega$  Argumento:  $\angle -6,67^\circ$
- ❖ Angulo característico: Modulo:  $7,891^{-3} \Omega$  Argumento:  $\angle 83,301^\circ$

## 1.2 CÁLCULOS MECÁNICOS DE LOS CONDUCTORES

### 1.2.1 Características mecánicas de los conductores y del cable de tierra

#### DATOS DE CÁLCULO CONDUCTOR 337-AL1/44-ST1A (LA-380 GULL)

- Denominación ..... 337-AL1/44-ST1A
- Sección ..... 381 mm<sup>2</sup>
- Diámetro ..... 25,38 mm
- Peso propio ..... 1,275 kg/m
- Sobrecarga de viento (120 Km/h) ..... 1,294 Kg/m
- Sobrecarga de viento (140 Km/h) ..... 1,761 Kg/m
- Carga de rotura ..... 10.870 kg
- Módulo de elasticidad ..... 7.000 kg/mm<sup>2</sup>
- Coef. dilatación lineal .....  $19,3 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- Tense máximo (-5°C+V): Apoyo N° 1D exist – Apoyo N° 4D ..... 2.800 Kg
- Tense máximo (-5°C+V): Apoyo N° 4D – Apoyo N° 28D ..... 3.040 Kg

#### DATOS DE CÁLCULO CABLE DE TIERRA OPGW 34F42Z

- Denominación ..... OPGW 34F42Z
- Sección ..... 78,9 mm<sup>2</sup>
- Diámetro ..... 13,4 mm
- Peso propio ..... 0,425 Kg/m
- Sobrecarga de viento (120 Km/h) ..... 0,820 Kg/m
- Sobrecarga de viento (140 Km/h) ..... 1,116 Kg/m
- Carga de rotura ..... 5.500 Kg
- Modulo de elasticidad ..... 11.876 Kg/mm<sup>2</sup>
- Coef. dilatación .....  $17,6 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- Tense máximo (-5°C+V): Apoyo N° 1D exist – Apoyo N° 4D ..... 1.450 Kg
- Tense máximo (-5°C+V): Apoyo N° 4D – Apoyo N° 28D ..... 1.550 Kg

La velocidad de viento considerada en los cálculos, según criterios de diseño de INGENIERIAS ELECTRICAS S.L, es de 140 km/h.

### 1.2.2 Hipótesis de cálculo

Para el cálculo de las flechas y tensiones de los conductores y cables de tierra se resuelve la ecuación de cambio de condiciones:

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

Donde:

- E = Módulo de elasticidad en kg/mm<sup>2</sup>.
- $\alpha$  = Coeficiente de dilatación lineal en °C<sup>-1</sup>.
- S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.
- a = Vano en m.
- T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> = Tenses en kg. en los estados 1 y 2.
- P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> = Peso del conductor en los estados 1 y 2 en kg/m.
- $\theta_1$ ,  $\theta_2$  = Temperaturas del conductor en los estados 1 y 2 en °C.

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

Así se calcula el valor de T<sub>2</sub> dados unos valores de T<sub>1</sub>, P<sub>1</sub>,  $\theta_1$ , P<sub>2</sub> y  $\theta_2$ . Conocido el valor de T<sub>2</sub>, se calcula la flecha correspondiente con la ecuación siguiente:

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

Para el cálculo de las tablas de flechas y tenses se han impuesto las siguientes condiciones:

- Tense máximo conductor (-5°C+V): Apoyo N° 1D exist – Apoyo N° 4D..... 2.800 Kg
- Tense máximo conductor (-5°C+V): Apoyo N° 4D – Apoyo N° 28D..... 3.040 Kg
- Tense máximo cable tierra (-5°C+V): Apoyo N° 1D exist – Apoyo N° 4D..... 1.450 Kg
- Tense máximo cable tierra (-5°C+V): Apoyo N° 4D – Apoyo N° 28D..... 1.550 Kg

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

El vano de cálculo o regulación se determinará para cada serie de vanos comprendidos entre dos apoyos de amarre, y vendrá dado por la expresión:

$$\text{Vano}_{\text{regulación}} = \sqrt{\frac{\sum a^3}{\sum a}}$$

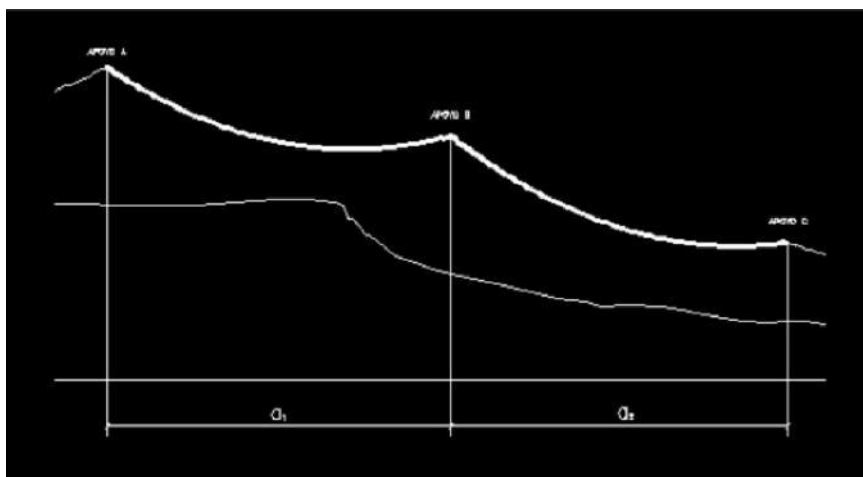
Se ha considerado un vano de cálculo de 250 m para toda la línea.

De los diferentes vanos comprendidos entre dos apoyos de amarre, se determinarán sus flechas de regulación a partir de la expresión:

$$\text{FLECHA}_{\text{VANO AREGULAR}} = \text{Flecha}_{\text{VANO CALCULO}} \left( \frac{\text{Vano}_{\text{AREGULAR}}}{\text{Vano}_{\text{CALCULO}}} \right)^2$$

#### 1.2.2.1 VANO

Según el reglamento de líneas de alta tensión, se define como vano como la distancia entre 2 apoyos consecutivos en una línea eléctrica.



#### 1.2.2.2 GRAVIVANO

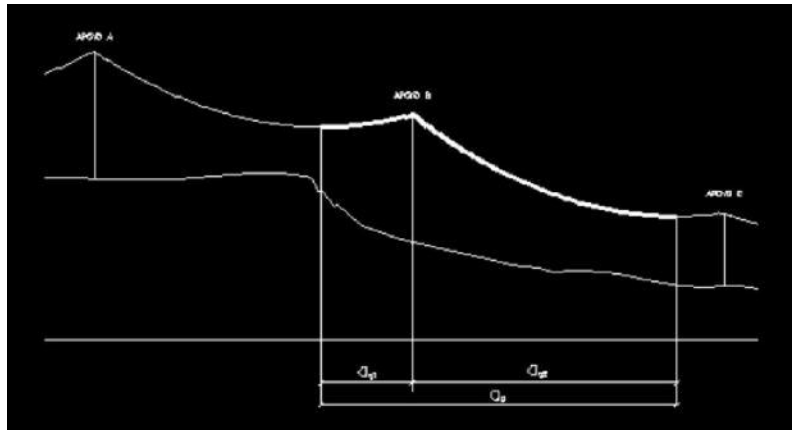
El gravivano de un apoyo es la longitud de vano que determina la acción del propio peso que los cables transmiten al mismo. Se expresa dicha longitud por la distancia

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

horizontal entre los vértices de las catenarias de los vanos contiguos al apoyo que se considere:

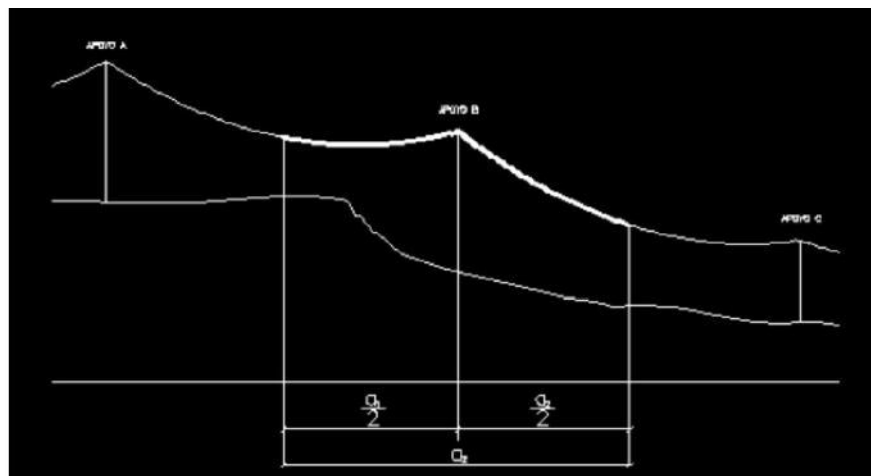
$$a_g = a_{g1} + a_{g2}$$



#### 1.2.2.3 EOLOVANO

El eolovano de un apoyo es la longitud de vano horizontal que hay que considerar para determinar el esfuerzo que, debido a la acción del viento sobre los cables, transmiten éstos al apoyo:

$$a_v = \frac{a_1 + a_2}{2} \quad \square$$



## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

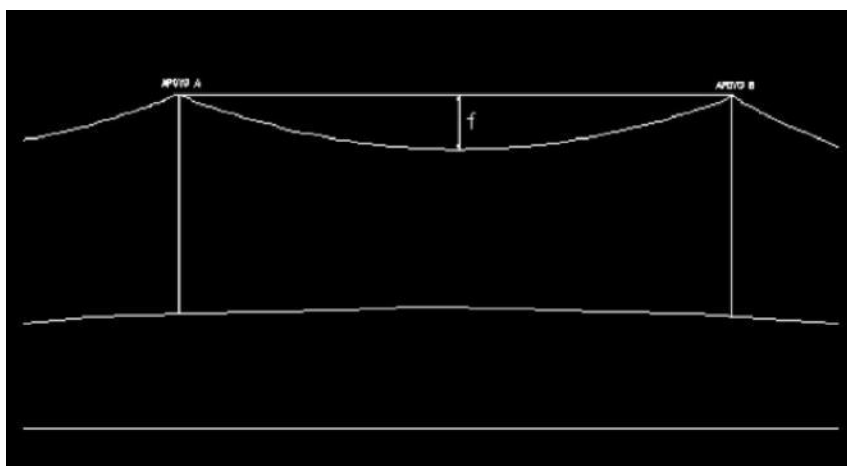
#### 1.2.2.4 VANO DE REY

El vano de cálculo o de regulación se determinará para cada serie de vanos comprendidos entre dos apoyos de amarre, y vendrá por la expresión:

$$\text{Vano de regulacion} = a_r = \sqrt{\frac{\sum a_r^3}{\sum a}}$$

#### 1.2.2.5 FLECHA

Se denomina flecha a la distancia del punto más bajo de la catenaria con respecto a la recta que une los extremos de los apoyos que conforman un vano:



La flecha de un vano, se puede calcular con la siguiente expresión:

$$f = \frac{P \cdot a^2}{8 \cdot T}$$

Donde:

f: flecha (m)

-P: peso del cable (daN/m)

-A: longitud del vano (m) -T: tensión del cable (daN)

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

Aunque, a simple vista, al observar un vano de una línea aérea pueda parecer que la longitud de cable es considerablemente mayor que la longitud horizontal entre los apoyos que forman el vano observando, ésta no lo es, y se puede comprobar fácilmente con la siguiente expresión:

$$L = a + \frac{8 \cdot f^2}{3 \cdot a}$$

Donde:

-L: longitud del cable (m)

-f: flecha (m)

-a: longitud del vano (m)

Probablemente, el documento más importante durante la ejecución de una línea eléctrica aérea, sean las tablas de tendido, donde figuran las longitudes de las flechas para los vanos de cálculo según la temperatura y la longitud del vano de tendido. Estas tablas se adjuntan más adelante.

$$\text{Flecha vano regulado} = \text{flecha vano calculado} \cdot \left( \frac{\text{Vano a regular}}{\text{Vano calculo}} \right)^2$$

### 1.2.3 Acciones a considerar

Para realizar el cálculo mecánico de un conductor es fundamental conocer cuáles son las fuerzas que actúan sobre el mismo:

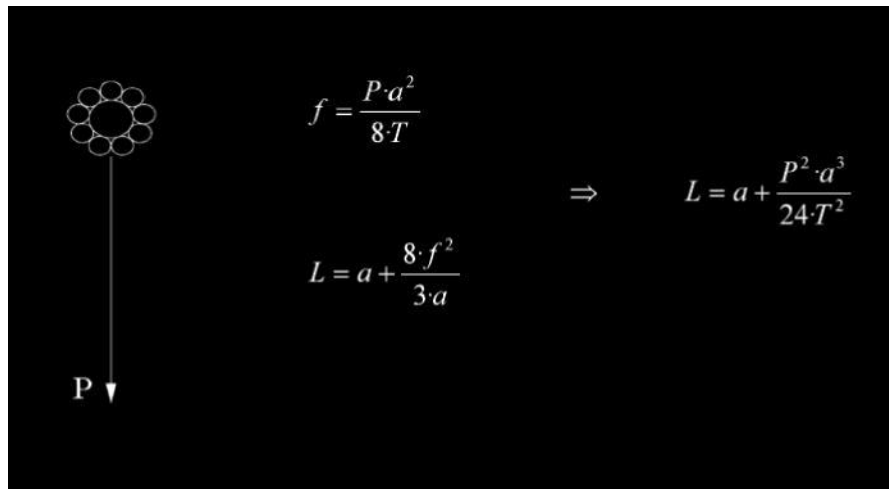
#### 1.2.3.1 ACCIÓN DEL PROPIO PESO

El cable tendido entre dos apoyos forma una curva llamada catenaria, de difícil cálculo, que se puede aproximar bastante bien por una parábola para vanos de hasta 500m.

Si relacionamos las ecuaciones de la flecha y la longitud del cable en un vano, se observa fácilmente la acción del peso del cable sobre el mismo:

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria



Donde:

- L: longitud del cable (m)
- f: flecha (m)
- 3a: longitud del vano (m)
- T: tensión del cable (daN)

### 1.2.3.2 ACCIÓN DEL VIENTO

Un cable aéreo tendido entre dos apoyos, se ve expuesto a la acción del viento que incide sobre él. Esta acción es directamente proporcional al cuadrado de la velocidad del viento y a la superficie expuesta.

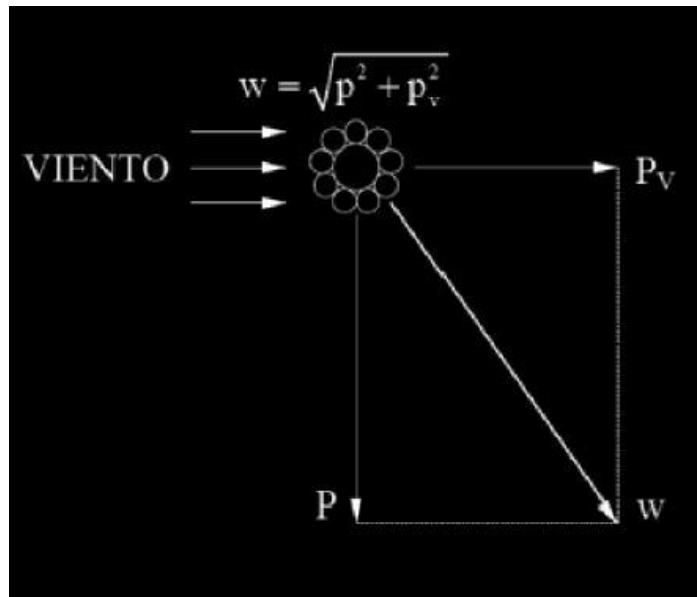
En la siguiente imagen se puede ver la acción horizontal del viento ( $P_v$  [kg/m]) sobre el cable, combinada con la acción vertical del peso ( $P$  [kg/m]), que genera como resultante el peso aparente del cable ( $W$  [kg/m])

$$W = \sqrt{P^2 + P_v^2}$$

$$P_v = P \cdot d$$

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria



Donde:

- $W$ : peso aparente del cable (daN/m)
- $p$ : peso del cable (daN)
- $p_v$ : acción horizontal del viento (daN)
- $P$ : presión del viento (daN/m<sup>2</sup>)
- $d$ : diámetro del cable (m)

Para determinar la presión del viento en función de la velocidad existen diversos métodos, siendo el empleado aquí el siguiente:

$$P = K \cdot v^2 \cdot S$$

Donde:

- $K$ : constante función de la forma geométrica (0,007)
- $P$ : presión del viento (daN)
- $v$ : velocidad del viento (km/h)

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

- S: superficie normal al viento (m<sup>2</sup>)

Para superficies expuestas al viento, con forma aerodinámica (como un cable conductor), hay que aplicar unos factores de corrección en función del diámetro de la misma:

$$D \leq 16\text{mm} \Rightarrow K = 0,007 \cdot 0,6 = 0,0042$$

$$D \leq 16\text{mm} \Rightarrow K = 0,007 \cdot 0,5 = 0,0035$$

#### 1.2.3.3 ACCIÓN DE LA TEMPERATURA

Los cambios de temperatura producen que el cable conductor se contraiga (frío) o se dilate (calor), lo que origina variaciones en la tensión y en la flecha del cable que, aunque no son muy importantes en vanos de pequeña longitud, deberán ser tenidos en cuenta en el cálculo mecánico.

La dilatación es lineal y responde a la siguiente fórmula:

$$L = L_0 \cdot (1 - \alpha \cdot \phi)$$

Donde:

- L: longitud a la temperatura de estudio (m)
- $L_0$ : longitud del cable a 0°C (m))
- $p_v$ : acción horizontal del viento (daN)
- $\alpha$ : coeficiente de dilatación lineal (°C-1)
- $\phi$ : temperatura considerada

Para calcular la variación de la longitud entre dos temperaturas diferentes, 01 y 02, no hay más que aplicar la siguiente fórmula:

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

$$L_1 - L_2 = L_0 \cdot (1 - \alpha \cdot \phi_1) - L_0 \cdot (1 - \alpha \cdot \phi_2) = L_0 \cdot \alpha \cdot (\phi_1 - \phi_2)$$

#### 1.2.4 Tablas de cálculo mecánico de conductores y cable de tierra

La carga de rotura del conductor es de 10.870 Kg y la tracción máxima de 3.040 Kg que corresponde a la hipótesis de -5°C+V. Por lo tanto la relación:

$$\frac{\text{Carga de rotura}}{\text{Tracción máxima}} = \frac{10.870}{3.040} = 3,57 > 3$$

está de acuerdo con lo indicado en el apartado 3.2.1. de la ITC-LAT 07.

A continuación se presentan las tablas del cálculo mecánico de conductores para los diferentes tipos de cable y que resultan de aplicar la ecuación de cambio de condiciones, para cada una de las hipótesis de cálculo anteriores. Las flechas de regulación de los vanos pertenecientes a cada una de las zonas de cálculo se determinarán a partir de la expresión indicada en el apartado anterior.

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

### 1.2.4.1 CONDUCTOR 337-AL1/44-ST1A (LA-380 GULL)

<b>LÍNEA AÉREA 45 KV S.E.T. "ZUERA OESTE" – S.E.T. "SAN MATEO"</b> <b>ENTRE APOYOS Nº 4D Y Nº 28D</b> <b>ZONA: A Conductor: 337-AL1/44-ST1A (LA-380 GULL)</b>		
<b>Sección:</b>	381,0 mm <sup>2</sup>	
<b>Diámetro:</b>	25,38 mm	
<b>Mod. Elástico</b>	7.000 Kg/mm <sup>2</sup>	
<b>Coef.Dilatación:</b>	1,93E-05 1/°C	
<b>Peso cable:</b>	1,275 Kg/m	
<b>Carga rotura:</b>	10.870 Kg	
<b>Viento (120 km/h):</b>	1,294 Kg/m	
<b>Viento (140 km/h):</b>	1,761 Kg/m	
<b>Parámetros:</b>	<b>Máximo:</b>	1076 (75 °C)
	<b>Mínimo:</b>	1635
<b>HIPOTESIS</b>	<b>TENSION (Kg)</b>	<b>FLECHA (m)</b>
-5°C viento	3.040	5,59
15°C viento	2.409	5,90
75°C	1.372	7,27
-5°C	2.085	4,78
-5°C + 50% viento	2.262	4,94
45°C	1.559	6,39
40°C	1.597	6,24
35°C	1.638	6,09
30°C	1.681	5,93
25°C	1.728	5,77
20°C	1.777	5,61
15°C (E.D.S.)	1.830	5,45
10°C	1.887	5,28
5°C	1.948	5,12
0°C	2.014	4,95
-10°C	2.162	4,61

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

### TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION

Zona:		<b>A</b>						Cable:				
Hip. más desfavorable:		<b>- 5° C + Viento</b>						<b>337-AL1/44-ST1A</b>				
Tense máxima:		<b>3.040</b>						Parámetros:				
Coef. Seguridad:		<b>3,57</b>						Max.:	<b>1076 (75 °C)</b>			
Vano regulación:		<b>250</b>						Mín.:	<b>1635</b>			
Temp. (°C)		45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	-10
Tense (Kg.)		1559	1597	1638	1681	1728	1777	1830	1887	1948	2014	2162
Flecha (m)		<b>6,39</b>	<b>6,24</b>	<b>6,09</b>	<b>5,93</b>	<b>5,77</b>	<b>5,61</b>	<b>5,45</b>	<b>5,28</b>	<b>5,12</b>	<b>4,95</b>	<b>4,61</b>
<b>VANOS EN METROS</b>	160	2,62	2,56	2,49	2,43	2,36	2,30	2,23	2,16	2,10	2,03	1,89
	170	2,96	2,89	2,81	2,74	2,67	2,59	2,52	2,44	2,37	2,29	2,13
	180	3,31	3,24	3,16	3,07	2,99	2,91	2,82	2,74	2,65	2,57	2,39
	190	3,69	3,60	3,52	3,42	3,33	3,24	3,15	3,05	2,95	2,86	2,66
	200	4,09	3,99	3,90	3,79	3,69	3,59	3,49	3,38	3,27	3,17	2,95
	210	4,51	4,40	4,29	4,18	4,07	3,96	3,84	3,73	3,61	3,49	3,25
	220	4,95	4,83	4,71	4,59	4,47	4,34	4,22	4,09	3,96	3,83	3,57
	230	5,41	5,28	5,15	5,02	4,88	4,75	4,61	4,47	4,33	4,19	3,90
	240	5,89	5,75	5,61	5,46	5,32	5,17	5,02	4,87	4,71	4,56	4,25
	250	6,39	6,24	6,09	5,93	5,77	5,61	5,45	5,28	5,12	4,95	4,61
	260	6,92	6,75	6,58	6,41	6,24	6,07	5,89	5,71	5,53	5,35	4,99
	270	7,46	7,28	7,10	6,92	6,73	6,54	6,35	6,16	5,97	5,77	5,38
	280	8,02	7,83	7,63	7,44	7,24	7,04	6,83	6,63	6,42	6,21	5,78
	290	8,60	8,40	8,19	7,98	7,76	7,55	7,33	7,11	6,88	6,66	6,20
	300	9,21	8,99	8,76	8,54	8,31	8,08	7,84	7,61	7,37	7,13	6,64
	310	9,83	9,60	9,36	9,12	8,87	8,62	8,37	8,12	7,87	7,61	7,09
	320	10,48	10,23	9,97	9,71	9,45	9,19	8,92	8,65	8,38	8,11	7,55
	330	11,14	10,87	10,60	10,33	10,05	9,77	9,49	9,20	8,91	8,62	8,03
	340	11,83	11,54	11,26	10,97	10,67	10,37	10,07	9,77	9,46	9,15	8,53
	350	12,53	12,23	11,93	11,62	11,31	10,99	10,67	10,35	10,03	9,70	9,04
	360	13,26	12,94	12,62	12,29	11,96	11,63	11,29	10,95	10,61	10,26	9,56
	370	14,01	13,67	13,33	12,99	12,64	12,29	11,93	11,57	11,21	10,84	10,10
	380	14,77	14,42	14,06	13,70	13,33	12,96	12,58	12,20	11,82	11,43	10,65
	390	15,56	15,19	14,81	14,43	14,04	13,65	13,25	12,85	12,45	12,04	11,22

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

<b>LÍNEA AÉREA 45 KV S.E.T. "ZUERA OESTE" – S.E.T. "SAN MATEO"</b> <b>ENTRE APOYOS Nº 1D Y Nº 4D</b> <b>ZONA: A Conductor: 337-AL1/44-ST1A (LA-380 GULL)</b>		
<b>Sección:</b>	381,0 mm <sup>2</sup>	
<b>Diámetro:</b>	25,38 mm	
<b>Mod. Elástico</b>	7.000 Kg/mm <sup>2</sup>	
<b>Coef.Dilatación:</b>	1,93E-05 1/°C	
<b>Peso cable:</b>	1,275 Kg/m	
<b>Carga rotura:</b>	10.870 Kg	
<b>Viento (120 km/h):</b>	1,294 Kg/m	
<b>Viento (140 km/h):</b>	1,761 Kg/m	
<b>Parámetros:</b>	<b>Máximo:</b>	1011 (75 °C)
	<b>Mínimo:</b>	1462
<b>HIPOTESIS</b>	<b>TENSION (Kg)</b>	<b>FLECHA (m)</b>
-5°C viento	2.800	6,07
15°C viento	2.223	6,39
75°C	1.289	7,74
-5°C	1.864	5,35
-5°C + 50% viento	2.036	5,49
45°C	1.445	6,90
40°C	1.476	6,75
35°C	1.510	6,60
30°C	1.545	6,45
25°C	1.582	6,30
20°C	1.621	6,15
15°C (E.D.S.)	1.664	5,99
10°C	1.709	5,83
5°C	1.757	5,67
0°C	1.808	5,51
-10°C	1.923	5,18

LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

Memoria

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona:		<b>A</b>					Cable: <b>337-AL1/44-ST1A</b>					
Hip. más desfavorable:		<b>- 5º C + Viento</b>					Parámetros:					
Tense máxima:		<b>2.800</b>					Max.: <b>1011 (75 ºC)</b>					
Coef. Seguridad:		<b>3,88</b>					Mín.: <b>1462</b>					
Vano regulación:		<b>250</b>										
Temp. (ºC)		45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	-10
Tense (Kg.)		1445	1476	1510	1545	1582	1621	1664	1709	1757	1808	1923
Flecha (m)		<b>6,90</b>	<b>6,75</b>	<b>6,60</b>	<b>6,45</b>	<b>6,30</b>	<b>6,15</b>	<b>5,99</b>	<b>5,83</b>	<b>5,67</b>	<b>5,51</b>	<b>5,18</b>
VANOS EN METROS	150	2,48	2,43	2,38	2,32	2,27	2,21	2,16	2,10	2,04	1,98	1,87
	160	2,83	2,77	2,71	2,64	2,58	2,52	2,45	2,39	2,32	2,26	2,12
	170	3,19	3,12	3,05	2,98	2,91	2,84	2,77	2,70	2,62	2,55	2,40
	180	3,58	3,50	3,42	3,35	3,27	3,19	3,11	3,02	2,94	2,86	2,69
	190	3,98	3,90	3,81	3,73	3,64	3,55	3,46	3,37	3,28	3,18	2,99
	200	4,42	4,32	4,23	4,13	4,03	3,93	3,83	3,73	3,63	3,53	3,32
	210	4,87	4,76	4,66	4,55	4,45	4,34	4,23	4,12	4,00	3,89	3,66
	220	5,34	5,23	5,11	5,00	4,88	4,76	4,64	4,52	4,39	4,27	4,01
	230	5,84	5,72	5,59	5,46	5,33	5,20	5,07	4,94	4,80	4,66	4,39
	240	6,36	6,22	6,09	5,95	5,81	5,67	5,52	5,38	5,23	5,08	4,78
	250	6,90	6,75	6,60	6,45	6,30	6,15	5,99	5,83	5,67	5,51	5,18
	260	7,46	7,30	7,14	6,98	6,82	6,65	6,48	6,31	6,14	5,96	5,60
	270	8,05	7,88	7,70	7,53	7,35	7,17	6,99	6,80	6,62	6,43	6,04
	280	8,65	8,47	8,29	8,10	7,91	7,71	7,52	7,32	7,12	6,91	6,50
	290	9,28	9,09	8,89	8,69	8,48	8,27	8,06	7,85	7,63	7,42	6,97
	300	9,93	9,72	9,51	9,29	9,08	8,85	8,63	8,40	8,17	7,94	7,46
	310	10,61	10,38	10,16	9,92	9,69	9,45	9,21	8,97	8,72	8,47	7,97
	320	11,30	11,06	10,82	10,58	10,33	10,07	9,82	9,56	9,30	9,03	8,49
	330	12,02	11,77	11,51	11,25	10,98	10,71	10,44	10,16	9,89	9,60	9,03
	340	12,76	12,49	12,22	11,94	11,66	11,37	11,08	10,79	10,49	10,19	9,58
350	13,52	13,24	12,95	12,65	12,35	12,05	11,74	11,43	11,12	10,80	10,16	
360	14,31	14,00	13,70	13,38	13,07	12,75	12,43	12,10	11,76	11,43	10,75	
370	15,11	14,79	14,47	14,14	13,81	13,47	13,13	12,78	12,43	12,07	11,35	

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

### 1.2.4.2 CABLE TIERRA OPGW 34F42Z

<b>LÍNEA AÉREA 45 KV S.E.T. "ZUERA OESTE" – S.E.T. "SAN MATEO"</b> <b>ENTRE APOYOS Nº 4D Y Nº 28D</b> <b>ZONA: A Conductor: OPGW34F42Z</b>		
<b>Sección:</b>	78,9 mm <sup>2</sup>	
<b>Diámetro:</b>	13,40 mm	
<b>Mod. Elástico</b>	11.876 Kg/mm <sup>2</sup>	
<b>Coef.Dilatación:</b>	1,76E-05 1/°C	
<b>Peso cable:</b>	0,425 Kg/m	
<b>Carga rotura:</b>	5.500 Kg	
<b>Viento (120 km/h):</b>	0,820 Kg/m	
<b>Viento (140 km/h):</b>	1,116 Kg/m	
<b>Parámetros:</b>	<b>Máximo:</b>	1.334 (50°C)
	<b>Mínimo:</b>	1.875
<b>HIPOTESIS</b>	<b>TENSION (Kg)</b>	<b>FLECHA (m)</b>
-5°C viento	1.550	6,02
15°C viento	1.205	5,99
50°C	567	5,86
-5°C	797	4,17
-5°C + 50% viento	983	4,69
45°C	582	5,71
40°C	597	5,57
35°C	614	5,41
30°C	631	5,26
25°C	650	5,11
20°C	671	4,95
15°C (E.D.S.)	692	4,80
10°C	716	4,64
5°C	741	4,48
0°C	768	4,33
-10°C	828	4,01

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona: Hip. más desfavorable: Tense máxima: Coef. Seguridad: Vano regulación:						Cable: <b>OPGW34F42Z</b> Parámetros: Max.: <b>1334 (50°C)</b> Mín.: <b>1875</b>						
Temp. (°C)		45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	-10
Tense (Kg.)		582	597	614	631	650	671	692	716	741	768	828
Flecha (m)		5,71	5,57	5,41	5,26	5,11	4,95	4,80	4,64	4,48	4,33	4,01
VANOS EN METROS	160	2,34	2,28	2,22	2,16	2,09	2,03	1,97	1,90	1,84	1,77	1,64
	170	2,64	2,57	2,50	2,43	2,36	2,29	2,22	2,15	2,07	2,00	1,85
	180	2,96	2,88	2,81	2,73	2,65	2,57	2,49	2,41	2,32	2,24	2,08
	190	3,30	3,21	3,13	3,04	2,95	2,86	2,77	2,68	2,59	2,50	2,32
	200	3,66	3,56	3,47	3,37	3,27	3,17	3,07	2,97	2,87	2,77	2,57
	210	4,03	3,93	3,82	3,71	3,60	3,50	3,39	3,27	3,16	3,05	2,83
	220	4,42	4,31	4,19	4,08	3,96	3,84	3,72	3,59	3,47	3,35	3,11
	230	4,84	4,71	4,58	4,45	4,32	4,19	4,06	3,93	3,80	3,66	3,40
	240	5,27	5,13	4,99	4,85	4,71	4,57	4,42	4,28	4,13	3,99	3,70
	250	5,71	5,57	5,41	5,26	5,11	4,95	4,80	4,64	4,48	4,33	4,01
	260	6,18	6,02	5,86	5,69	5,53	5,36	5,19	5,02	4,85	4,68	4,34
	270	6,66	6,49	6,32	6,14	5,96	5,78	5,60	5,41	5,23	5,05	4,68
	280	7,17	6,98	6,79	6,60	6,41	6,21	6,02	5,82	5,62	5,43	5,03
	290	7,69	7,49	7,29	7,08	6,87	6,67	6,46	6,25	6,03	5,82	5,40
	300	8,23	8,01	7,80	7,58	7,36	7,13	6,91	6,68	6,46	6,23	5,78
	310	8,79	8,56	8,33	8,09	7,86	7,62	7,38	7,14	6,89	6,65	6,17
	320	9,36	9,12	8,87	8,62	8,37	8,12	7,86	7,60	7,35	7,09	6,57
	330	9,96	9,70	9,43	9,17	8,90	8,63	8,36	8,09	7,81	7,54	6,99
	340	10,57	10,29	10,01	9,73	9,45	9,16	8,87	8,58	8,29	8,00	7,42
	350	11,20	10,91	10,61	10,31	10,01	9,71	9,40	9,10	8,79	8,48	7,86
	360	11,85	11,54	11,23	10,91	10,59	10,27	9,95	9,62	9,30	8,97	8,32
	370	12,52	12,19	11,86	11,53	11,19	10,85	10,51	10,17	9,82	9,48	8,79
	380	13,20	12,86	12,51	12,16	11,80	11,45	11,09	10,72	10,36	10,00	9,27
	390	13,91	13,54	13,18	12,81	12,43	12,06	11,68	11,30	10,91	10,53	9,76

# LINEA AÉREA 45 KV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

<b>LÍNEA AÉREA 45 KV S.E.T. "ZUERA OESTE" – S.E.T. "SAN MATEO"</b> <b>ENTRE APOYOS Nº 1D Y Nº 4D</b> <b>ZONA: A Conductor: OPGW34F42Z</b>		
<b>Sección:</b>	78,9 mm <sup>2</sup>	
<b>Diámetro:</b>	13,40 mm	
<b>Mod. Elástico</b>	11.876 Kg/mm <sup>2</sup>	
<b>Coef.Dilatación:</b>	1,76E-05 1/°C	
<b>Peso cable:</b>	0,425 Kg/m	
<b>Carga rotura:</b>	5.500 Kg	
<b>Viento (120 km/h):</b>	0,820 Kg/m	
<b>Viento (140 km/h):</b>	1,116 Kg/m	
<b>Parámetros:</b>	<b>Máximo:</b>	1.223 (50°C)
	<b>Mínimo:</b>	1.644
<b>HIPOTESIS</b>	<b>TENSION (Kg)</b>	<b>FLECHA (m)</b>
-5°C viento	1.450	6,44
15°C viento	1.121	6,44
50°C	520	6,39
-5°C	699	4,75
-5°C + 50% viento	884	5,22
45°C	532	6,25
40°C	544	6,11
35°C	557	5,97
30°C	571	5,82
25°C	586	5,67
20°C	602	5,52
15°C (E.D.S.)	618	5,37
10°C	637	5,22
5°C	656	5,07
0°C	677	4,91
-10°C	723	4,60

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

### TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION

Zona:		<b>A</b>					Cable: <b>OPGW34F42Z</b>					
Hip. más desfavorable:		<b>- 5° C + Viento</b>					Parámetros:					
Tense máxima:		<b>1.450</b>					Max.: <b>1.223 (50°C)</b>					
Coef. Seguridad:		<b>3,79</b>					Mín.: <b>1.644</b>					
Vano regulación:		<b>250</b>										
Temp. (°C)		45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	-10
Tense (Kg.)		532	544	557	571	586	602	618	637	656	677	723
Flecha (m)		6,25	6,11	5,97	5,82	5,67	5,52	5,37	5,22	5,07	4,91	4,60
VANOS EN METROS	150	2,25	2,20	2,15	2,10	2,04	1,99	1,93	1,88	1,82	1,77	1,65
	160	2,56	2,50	2,44	2,38	2,32	2,26	2,20	2,14	2,07	2,01	1,88
	170	2,89	2,83	2,76	2,69	2,62	2,55	2,48	2,41	2,34	2,27	2,13
	180	3,24	3,17	3,09	3,02	2,94	2,86	2,78	2,71	2,63	2,55	2,38
	190	3,61	3,53	3,45	3,36	3,28	3,19	3,10	3,01	2,93	2,84	2,66
	200	4,00	3,91	3,82	3,72	3,63	3,53	3,44	3,34	3,24	3,14	2,94
	210	4,41	4,31	4,21	4,11	4,00	3,90	3,79	3,68	3,57	3,46	3,24
	220	4,84	4,73	4,62	4,51	4,39	4,28	4,16	4,04	3,92	3,80	3,56
	230	5,29	5,17	5,05	4,93	4,80	4,67	4,55	4,42	4,29	4,16	3,89
	240	5,76	5,63	5,50	5,36	5,23	5,09	4,95	4,81	4,67	4,53	4,24
	250	6,25	6,11	5,97	5,82	5,67	5,52	5,37	5,22	5,07	4,91	4,60
	260	6,76	6,61	6,45	6,29	6,13	5,97	5,81	5,65	5,48	5,31	4,97
	270	7,29	7,13	6,96	6,79	6,62	6,44	6,27	6,09	5,91	5,73	5,36
	280	7,84	7,66	7,48	7,30	7,11	6,93	6,74	6,55	6,35	6,16	5,77
	290	8,41	8,22	8,03	7,83	7,63	7,43	7,23	7,02	6,82	6,61	6,19
	300	9,00	8,80	8,59	8,38	8,17	7,95	7,74	7,52	7,29	7,07	6,62
	310	9,61	9,39	9,17	8,95	8,72	8,49	8,26	8,03	7,79	7,55	7,07
	320	10,24	10,01	9,77	9,53	9,29	9,05	8,80	8,55	8,30	8,04	7,53
	330	10,89	10,65	10,39	10,14	9,88	9,62	9,36	9,09	8,83	8,56	8,01
	340	11,56	11,30	11,03	10,76	10,49	10,21	9,94	9,65	9,37	9,08	8,50
	350	12,25	11,97	11,69	11,41	11,12	10,82	10,53	10,23	9,93	9,62	9,01
	360	12,96	12,67	12,37	12,07	11,76	11,45	11,14	10,82	10,50	10,18	9,53
	370	13,69	13,38	13,07	12,75	12,42	12,10	11,77	11,43	11,10	10,76	10,07

# LINEA AÉREA 45 kV “ Zuera Oeste – San Mateo”

## Memoria

### 1.2.5 RESUMEN GENERAL

	APOYOS		VANO	VANO CÁLCULO	ZONA	LA-380								OPGW 34F42Z							
						Tense max. (-5 °C+V)	Tense max.	Desviacion cadenas (-5 °C+V/2)	Tense EDS (15 °C)	Parámetro F. max (75°C)	Tense min.	F. Parámetro F. min.	Tense max. (-5 °C+V)	Tense max.	Desviacion cadenas (-5 °C+V/2)	Tense EDS (15 °C)	Parámetro F. max (50°C)	Parámetro F. min.			
	P	1D	20,00		A	Destensado								Destensado							
DRAGO 2500 H4 18 CA	1D	2D	366,21	250	A	2800	2800	2036	1664	1011	1864	1462	1450	1450	884	618	1223	1644			
ARCE 900 H40 23.00 CS	2D	3D	275,92	250	A	2800	2800	2036	1664	1011	1864	1462	1450	1450	884	618	1223	1644			
ARCE 630 H30 18.45 CS	3D	4D	181,36	250	A	2800	2800	2036	1664	1011	1864	1462	1450	1450	884	618	1223	1644			
ARCE 1400 H30 18.45 CA	4D	5D	262,59	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
ARCE 630 H30 23.00 CS	5D	6D	293,86	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
ARCE 630 H30 23.00 CS	6D	7D	279,76	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
ARCE 900 H40 20.70 CS	7D	8D	354,44	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
ARCE 1400 H30 20.70 CA	8D	9D	278,23	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
ARCE 630 H30 25.00 CS	9D	10D	272,34	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
ARCE 1400 H40 23.00 CA	10D	11D	389,54	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
ARCE 900 H40 20.70 CS	11D	12D	328,86	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
ARCE 630 H30 18.45 CS	12D	13D	208,77	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
ARCE 630 H30 20.70 CS	13D	14D	221,02	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
ARCE 900 H40 20.70 CS	14D	15D	319,46	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
ARCE 1800 H30 13.95 CA	15D	16D	164,16	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
ARCE 1400 H30 13.95 CA	16D	17D	169,65	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
ARCE 630 H30 16.20 CS	17D	18D	171,40	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
DRAGO 2500 H4 18 CA	18D	19D	338,65	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
DRAGO 2500 H4 21 CA	19D	20D	304,61	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
OLMO 610 H5 5TA CS	20D	21D	304,61	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
OLMO 610 H5 5T CS	21D	22D	261,91	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
ARCE 1400 H30 23.00 CA	22D	23D	298,55	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
OLMO 610 H5 4TA CS	23D	24D	199,66	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
OLMO 610 H5 4TA CS	24D	25D	214,12	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
OLMO 610 H5 5T CS	25D	26D	300,38	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
OLMO 610 H5 5TA CS	26D	27D	270,70	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
ARCE 1400 H30 23.00 CA	27D	28D	198,15	250	A	3040	3040	2262	1830	1076	2085	1635	1550	1550	983	692	1334	1875			
DRAGO 2500 H4 18 CA	28D	P	20,00		A	Destensado								Destensado							

### 1.3 **CÁLCULO DE LOS APOYOS**

Para el dimensionamiento de cada uno de los apoyos se han considerado las acciones de cargas y sobrecargas que recoge el Reglamento de Líneas de Alta Tensión para la zona A y combinadas en la forma y condiciones especificadas en el apartado 3 de la ITC-LAT 07 del citado reglamento.

Las acciones a considerar son las siguientes:

#### **Cargas permanentes (Cap. 3.1.1)**

Se consideran las cargas verticales debidas al peso propio de los conductores, cable de tierra (si lo hubiere), aisladores, herrajes, apoyo y cimentaciones.

#### **Sobrecarga de viento (Cap. 3.1.2)**

Se considera un viento horizontal de 140 km/h actuando

perpendicularmente a las superficies sobre las que incide (conductores, cable de tierra y apoyo).

#### **Desequilibrio de tracciones (Cap. 3.1. 4)**

Los mínimos desequilibrios de tracciones a considerar, según la función que cumpla el apoyo son los siguientes:

- Apoyos con cadenas de suspensión: 15% tracción máx. de todos conductores
- Apoyos de amarre/ángulo: ..... 25% tracción máx. de todos conductores
- Apoyos de anclaje/ángulo: ..... 50% tracción máx. de todos conductores
- Apoyos fin de línea: ..... 100% tracción máx. de todos conductores

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

#### **Rotura de un conductor (Cap. 3.1.5)**

Se considera la torsión más desfavorable que produce la rotura de un conductor.

- Apoyos con cadenas de suspensión: ..... 50% tracción máx. de un conductor
- Apoyos de amarre/ángulo: ..... 100% tracción máx. de un conductor
- Apoyos de anclaje/ángulo: ..... 100% tracción máx. de un conductor
- Apoyos fin de línea: ..... 100% tracción máx. de un conductor

#### **Esfuerzo de ángulo en solicitud de viento (Cap. 3.1.6)**

Se considera el esfuerzo resultante de ángulo de las tracciones de todos los conductores y cable de tierra correspondiente a la hipótesis de viento a la temperatura de -5° C.

#### **1.3.1 Hipótesis de cálculo**

La aplicación de las siguientes fórmulas da lugar a la tabla de cálculo de apoyos, respetándose los coeficientes de seguridad reglamentados.

Según Reglamento, apartado 5.3 de la ITC-LAT 07, se ha considerado un 25 % superior para las hipótesis normales en el caso de cruzamientos (seguridad reforzada).

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

### ZONA DE CÁLCULO A

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
<b>Suspensión de Alineación</b>  <b>Suspensión de Ángulo</b>	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra 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.		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No aplica.  ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica.	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.1)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.1)
<b>Amarre de Alineación</b>  <b>Amarre de Ángulo</b>	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra 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.		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	No aplica.	
	L	No aplica	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.2)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4)
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

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Anclaje de Alineación  o  Anclaje de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra 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.		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No aplica.  ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica.	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.3)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.3)
Fin de línea	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra 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.	No aplica	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra 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.
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.		No aplica.
	L	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.4)		Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4)
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

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

### 1.3.2 Cálculo esfuerzos horizontales

#### 1ª Hipótesis:

Los esfuerzos útiles horizontales de los apoyos en esta hipótesis ( $E_H$  RESIST.), son coincidentes con un viento de 140 km/h sobre el apoyo, con un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,5.

Según los criterios de diseño de INGENIERIAS ELECTRICAS S.L de Líneas Aéreas de Alta Tensión se considerará una velocidad de viento de 140 km/h.

Nº	FUNCIÓN	APOYO	SEG.	EOLOV.	ANG.	PRIMERA HIPÓTESIS (Kg)					
						Esfuerzo del conductor	Esfuerzo resistente cruceta	Coeficiente de seguridad	Esfuerzo del cable tierra	Esfuerzo resistente cúpula	Coeficiente de seguridad
1D	Principio de línea	DRAGO 2500 H4 18 CA	REF	193,11	200,00	23550	25800	1,64	2082	2350	1,69
2D	Alineación	ARCE 900 H40 23.00 CS	REF	321,06	200,00	4240	4740	1,68	448	790	2,65
3D	Alineación	ARCE 630 H30 18.45 CS	N	228,64	200,00	2415	3690	2,29	255	615	3,62
4D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H30 18.45 CA	N	221,97	197,01	4606	9180	2,99	418	1530	5,49
5D	Alineación	ARCE 630 H30 23.00 CS	N	278,22	200,00	2939	3690	1,88	310	615	2,97
6D	Alineación	ARCE 630 H30 23.00 CS	N	286,81	200,00	3030	3690	1,83	320	615	2,88
7D	Alineación	ARCE 900 H40 20.70 CS	N	317,10	200,00	3350	4740	2,12	354	790	3,35
8D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H30 20.70 CA	N	316,33	206,38	5168	9180	2,66	508	1530	4,52
9D	Alineación	ARCE 630 H30 25.00 CS	N	275,29	200,00	2908	3690	1,90	307	615	3,00
10D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H40 23.00 CA	N	330,94	201,25	3853	7740	3,01	400	1290	4,84
11D	Alineación	ARCE 900 H40 20.70 CS	N	359,20	200,00	3795	4740	1,87	401	790	2,96
12D	Alineación	ARCE 630 H30 18.45 CS	N	268,81	200,00	2840	3690	1,95	300	615	3,08
13D	Alineación	ARCE 630 H30 20.70 CS	N	214,89	200,00	2270	3690	2,44	240	615	3,85
14D	Alineación	ARCE 900 H40 20.70 CS	N	270,24	200,00	2855	4740	2,49	301	790	3,93
15D	Angulo/Anclaje	ARCE 1800 H30 13.95 CA	N	241,81	185,46	6713	12900	2,88	623	2150	5,18
16D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H30 13.95 CA	N	166,91	212,78	5420	9180	2,54	497	1530	4,62
17D	Alineación	ARCE 630 H30 16.20 CS	N	170,52	200,00	1801	3690	3,07	190	615	4,85
18D	Angulo/Anclaje	DRAGO 2500 H4 18 CA	REF	255,02	151,01	20485	25800	1,89	1810	2350	1,95
19D	Angulo/Anclaje	DRAGO 2500 H4 21 CA	REF	321,63	159,83	18397	25800	2,10	1651	2350	2,14
20D	Alineación	OLMO 610 H5 5TA CS	N	304,61	200,00	3218	3930	1,83	340	655	2,89
21D	Alineación	OLMO 610 H5 5T CS	REF	283,26	200,00	3741	3930	1,58	395	655	2,49
22D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H30 23.00 CA	REF	280,23	197,02	4769	9180	2,89	482	1530	4,77
23D	Alineación	OLMO 610 H5 4TA CS	N	249,10	200,00	2632	3930	2,24	278	655	3,54
24D	Alineación	OLMO 610 H5 4TA CS	N	206,89	200,00	2186	3930	2,70	231	655	4,26
25D	Alineación	OLMO 610 H5 5T CS	N	257,25	200,00	2718	3930	2,17	287	655	3,42
26D	Alineación	OLMO 610 H5 5TA CS	N	285,54	200,00	3017	3930	1,95	319	655	3,08
27D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H30 23.00 CA	REF	234,43	209,49	6493	9180	2,12	616	1530	3,73
28D	Final de Línea	DRAGO 2500 H4 18 CA	REF	109,08	200,00	24240	25800	1,60	2090	2350	1,69

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

### 3ª Hipótesis:

Los esfuerzos útiles horizontales de los apoyos en esta hipótesis ( $E_H$  RESIST.), llevan un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,2.

Nº	FUNCIÓN	APOYO	SEG.	EOLOV.	ANG.	TERCERA HIPÓTESIS (Kg)					
						Esfuerzo del conductor	Esfuerzo resistente cruceta	Coeficiente de seguridad	Esfuerzo del cable tierra	Esfuerzo resistente cúpula	Coeficiente de seguridad
1D	Principio de línea	DRAGO 2500 H4 18 CA	REF	193,11	200,00	16800	35250	2,52	1450	2935	2,43
2D	Alineación	ARCE 900 H40 23.00 CS	REF	321,06	200,00	1344	6480	5,79	116	1080	11,17
3D	Alineación	ARCE 630 H30 18.45 CS	N	228,64	200,00	1344	4920	4,39	116	820	8,48
4D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H30 18.45 CA	N	221,97	197,01	9759	12030	1,48	829	2005	2,90
5D	Alineación	ARCE 630 H30 23.00 CS	N	278,22	200,00	1459	4920	4,05	124	820	7,94
6D	Alineación	ARCE 630 H30 23.00 CS	N	286,81	200,00	1459	4920	4,05	124	820	7,94
7D	Alineación	ARCE 900 H40 20.70 CS	N	317,10	200,00	1459	6480	5,33	124	1080	10,45
8D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H30 20.70 CA	N	316,33	206,38	10478	12030	1,38	890	2005	2,70
9D	Alineación	ARCE 630 H30 25.00 CS	N	275,29	200,00	1459	4920	4,05	124	820	7,94
10D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H40 23.00 CA	N	330,94	201,25	9387	10230	1,31	798	1705	2,56
11D	Alineación	ARCE 900 H40 20.70 CS	N	359,20	200,00	1459	6480	5,33	124	1080	10,45
12D	Alineación	ARCE 630 H30 18.45 CS	N	268,81	200,00	1459	4920	4,05	124	820	7,94
13D	Alineación	ARCE 630 H30 20.70 CS	N	214,89	200,00	1459	4920	4,05	124	820	7,94
14D	Alineación	ARCE 900 H40 20.70 CS	N	270,24	200,00	1459	6480	5,33	124	1080	10,45
15D	Angulo/Anclaje	ARCE 1800 H30 13.95 CA	N	241,81	185,46	12179	15720	1,55	1035	2620	3,04
16D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H30 13.95 CA	N	166,91	212,78	11817	12030	1,22	1004	2005	2,40
17D	Alineación	ARCE 630 H30 16.20 CS	N	170,52	200,00	1459	4920	4,05	124	820	7,94
18D	Angulo/Anclaje	DRAGO 2500 H4 18 CA	REF	255,02	151,01	18723	35250	2,26	1591	2935	2,21
19D	Angulo/Anclaje	DRAGO 2500 H4 21 CA	REF	321,63	159,83	17160	35250	2,47	1458	2935	2,42
20D	Alineación	OLMO 610 H5 5TA CS	N	304,61	200,00	1459	5400	4,44	124	900	8,71
21D	Alineación	OLMO 610 H5 5T CS	REF	283,26	200,00	1459	5400	4,44	124	900	8,71
22D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H30 23.00 CA	REF	280,23	197,02	9758	12030	1,48	829	2005	2,90
23D	Alineación	OLMO 610 H5 4TA CS	N	249,10	200,00	1459	5400	4,44	124	900	8,71
24D	Alineación	OLMO 610 H5 4TA CS	N	206,89	200,00	1459	5400	4,44	124	900	8,71
25D	Alineación	OLMO 610 H5 5T CS	N	257,25	200,00	1459	5400	4,44	124	900	8,71
26D	Alineación	OLMO 610 H5 5TA CS	N	285,54	200,00	1459	5400	4,44	124	900	8,71
27D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H30 23.00 CA	REF	234,43	209,49	11133	12030	1,30	946	2005	2,54
28D	Final de Línea	DRAGO 2500 H4 18 CA	REF	109,08	200,00	18240	35250	2,32	1550	2935	2,27

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

### 4ª Hipótesis:

Los esfuerzos útiles horizontales de los apoyos en esta hipótesis ( $E_H$  RESIST.), llevan un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,2.

Nº	FUNCIÓN	APOYO	SEG.	EOLOV.	ANG.	CUARTA HIPÓTESIS (Kg)					
						Esfuerzo del conductor	Esfuerzo resistente cruceta	Coeficiente de seguridad	Esfuerzo del cable tierra	Esfuerzo resistente cúpula	Coeficiente de seguridad
1D	Principio de línea	DRAGO 2500 H4 18 CA	REF	193,11	200,00	2800	7600	3,26	1450	3000	2,48
2D	Alineación	ARCE 900 H40 23.00 CS	REF	321,06	200,00	1400	3700	3,17	725	3000	4,97
3D	Alineación	ARCE 630 H30 18.45 CS	N	228,64	200,00	1400	2300	1,97	725	2200	3,64
4D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H30 18.45 CA	N	221,97	197,01	3110	4500	1,74	1586	3000	2,27
5D	Alineación	ARCE 630 H30 23.00 CS	N	278,22	200,00	1520	2300	1,82	775	2200	3,41
6D	Alineación	ARCE 630 H30 23.00 CS	N	286,81	200,00	1520	2300	1,82	775	2200	3,41
7D	Alineación	ARCE 900 H40 20.70 CS	N	317,10	200,00	1520	3700	2,92	775	3000	4,65
8D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H30 20.70 CA	N	316,33	206,38	3188	4500	1,69	1626	3000	2,21
9D	Alineación	ARCE 630 H30 25.00 CS	N	275,29	200,00	1520	2300	1,82	775	2200	3,41
10D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H40 23.00 CA	N	330,94	201,25	3070	3700	1,45	1565	3000	2,30
11D	Alineación	ARCE 900 H40 20.70 CS	N	359,20	200,00	1520	3700	2,92	775	3000	4,65
12D	Alineación	ARCE 630 H30 18.45 CS	N	268,81	200,00	1520	2300	1,82	775	2200	3,41
13D	Alineación	ARCE 630 H30 20.70 CS	N	214,89	200,00	1520	2300	1,82	775	2200	3,41
14D	Alineación	ARCE 900 H40 20.70 CS	N	270,24	200,00	1520	3700	2,92	775	3000	4,65
15D	Angulo/Anclaje	ARCE 1800 H30 13.95 CA	N	241,81	185,46	3367	4500	1,60	1717	3000	2,10
16D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H30 13.95 CA	N	166,91	212,78	3329	4500	1,62	1698	3000	2,12
17D	Alineación	ARCE 630 H30 16.20 CS	N	170,52	200,00	1520	2300	1,82	775	2200	3,41
18D	Angulo/Anclaje	DRAGO 2500 H4 18 CA	REF	255,02	151,01	3959	7600	2,30	2018	3000	1,78
19D	Angulo/Anclaje	DRAGO 2500 H4 21 CA	REF	321,63	159,83	3833	7600	2,38	1954	3000	1,84
20D	Alineación	OLMO 610 H5 5TA CS	N	304,61	200,00	1520	1800	1,42	775	2500	3,87
21D	Alineación	OLMO 610 H5 5T CS	REF	283,26	200,00	1520	1800	1,42	775	2500	3,87
22D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H30 23.00 CA	REF	280,23	197,02	3110	4500	1,74	1586	3000	2,27
23D	Alineación	OLMO 610 H5 4TA CS	N	249,10	200,00	1520	1800	1,42	775	2500	3,87
24D	Alineación	OLMO 610 H5 4TA CS	N	206,89	200,00	1520	1800	1,42	775	2500	3,87
25D	Alineación	OLMO 610 H5 5T CS	N	257,25	200,00	1520	1800	1,42	775	2500	3,87
26D	Alineación	OLMO 610 H5 5TA CS	N	285,54	200,00	1520	1800	1,42	775	2500	3,87
27D	Angulo/Anclaje	ARCE 1400 H30 23.00 CA	REF	234,43	209,49	3258	4500	1,66	1661	3000	2,17
28D	Final de Línea	DRAGO 2500 H4 18 CA	REF	109,08	200,00	3040	7600	3,00	1550	3000	2,32

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

### 1.3.3 Cálculo esfuerzos verticales

Los esfuerzos útiles verticales de los apoyos, en la hipótesis de viento, llevan incluido un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,5.

Podemos calcular los esfuerzos verticales mediante estas formulas:

$$\text{Vano pesante} = e_0 + \frac{\left( T_{v1} \cdot \frac{d_1}{a_1} + T_{v2} \cdot \frac{d_2}{a_2} \right)}{P_{ap}} \quad \text{Esf.Vertical} = n \cdot p \cdot \text{Vano pesante}$$

Nº	APOYO	FUNCIÓN	SEG	LA-380			OPGW		
				VANO PESANTE	ESF. VERT.	ESF. RESIST.	VANO PESANTE	ESF. VERT.	ESF. RESIST.
1D	DRAGO 2500 H4 18 CA	Principio de línea	REF	196	313	2000	196	104	500
2D	ARCE 900 H40 23.00 CS	Alineación	REF	245	391	650	250	133	500
3D	ARCE 630 H30 18.45 CS	Alineación	N	157	200	650	161	69	500
4D	ARCE 1400 H30 18.45 CA	Angulo/Anclaje	N	339	432	650	333	141	500
5D	ARCE 630 H30 23.00 CS	Alineación	N	356	454	650	350	149	500
6D	ARCE 630 H30 23.00 CS	Alineación	N	260	332	650	262	111	500
7D	ARCE 900 H40 20.70 CS	Alineación	N	275	350	650	278	118	500
8D	ARCE 1400 H30 20.70 CA	Angulo/Anclaje	N	374	476	650	369	157	500
9D	ARCE 630 H30 25.00 CS	Alineación	N	433	552	650	421	179	500
10D	ARCE 1400 H40 23.00 CA	Angulo/Anclaje	N	76	97	650	95	40	500
11D	ARCE 900 H40 20.70 CS	Alineación	N	418	534	650	414	176	500
12D	ARCE 630 H30 18.45 CS	Alineación	N	252	321	650	253	107	500
13D	ARCE 630 H30 20.70 CS	Alineación	N	213	272	650	213	91	500
14D	ARCE 900 H40 20.70 CS	Alineación	N	326	416	650	322	137	500
15D	ARCE 1800 H30 13.95 CA	Angulo/Anclaje	N	130	165	650	138	59	500
16D	ARCE 1400 H30 13.95 CA	Angulo/Anclaje	N	247	315	650	241	103	500
17D	ARCE 630 H30 16.20 CS	Alineación	N	149	190	650	151	64	500
18D	DRAGO 2500 H4 18 CA	Angulo/Anclaje	REF	480	764	2000	464	246	500
19D	DRAGO 2500 H4 21 CA	Angulo/Anclaje	REF	108	172	2000	123	65	500
20D	OLMO 610 H5 5TA CS	Alineación	N	322	410	650	320	136	500
21D	OLMO 610 H5 5T CS	Alineación	REF	257	410	650	259	138	500
22D	ARCE 1400 H30 23.00 CA	Angulo/Anclaje	REF	330	526	650	327	173	500
23D	OLMO 610 H5 4TA CS	Alineación	N	206	263	650	209	89	500
24D	OLMO 610 H5 4TA CS	Alineación	N	197	251	650	198	84	500
25D	OLMO 610 H5 5T CS	Alineación	N	257	328	650	257	109	500
26D	OLMO 610 H5 5TA CS	Alineación	N	277	353	650	277	118	500
27D	ARCE 1400 H30 23.00 CA	Angulo/Anclaje	REF	210	335	650	212	113	500
28D	DRAGO 2500 H4 18 CA	Final de Línea	REF	158	252	2000	154	82	500

### 1.3.4 Cálculo de cimentaciones

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa de calidad HM-20 y deberán cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 98.

Se proyectan las cimentaciones de los distintos apoyos de acuerdo con la naturaleza del terreno.

El coeficiente de seguridad al vuelco para las distintas hipótesis no es inferior a:

- Hipótesis normales..... 1,5 (SN) / 1,875 (SR)
- Hipótesis anormales..... 1,2

#### 1.3.4.1 CIMENTACIÓN TIPO MONOBLOQUE

La cimentación de los apoyos de la serie Olmo será del tipo monobloque prismático de sección cuadrada, calculado según todo lo que al respecto se especifica en el apartado 3.6 de la ITC-07 del R.L.A.T., por la fórmula de Sulzberger, internacionalmente aceptada.

$$M_E = 0,139 \cdot K \cdot b \cdot h^4 + 0,88 \cdot a^2 b \cdot h + 0,4 \cdot P \cdot a$$

La tangente del ángulo de giro de la cimentación necesaria para alcanzar el equilibrio de las acciones volcadoras máximas con las reacciones del terreno sea inferior a 0,01, el momento de vuelco vendrá dado por:

$$M_V = F \cdot \left( H_L + \frac{2 \cdot h}{3} \right) = F \cdot \left( H_L - \frac{1 \cdot h}{3} \right)$$

Sus dimensiones serán aquellas que marca el fabricante según para un terreno con coeficiente de compresibilidad  $K=12 \text{ Kg/cm}^2\text{xcn}$ . En el caso de coeficientes de compresibilidad menores, deberá procederse a recalcular estas cimentaciones.

Las diversas cimentaciones están representadas en el documento PLANOS.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

#### 1.3.4.2 CIMENTACIÓN TIPO CUATRO PATAS

Las cimentaciones de los apoyos de las series Arce y Drago serán del tipo "Pata de Elefante", fraccionadas en cuatro bloques independientes y secciones circulares.

En las cimentaciones de patas separadas se confía la estabilidad de las mismas a las reacciones verticales del terreno. Por dicho motivo las cimentaciones están diseñadas para absorber las cargas de compresión y arranque que el apoyo transmite al suelo. El cálculo de dichas cargas está basado en el método de talud natural o ángulo de arrastre de tierras.

Las dimensiones de las cimentaciones indicadas en los planos se han calculado bajo las siguientes premisas:

- Angulo de arranque de las tierras .....30°
- Presión máxima sobre el terreno .....2,5 Kg/cm<sup>2</sup>
- Densidad del terreno..... 1.750 Kg/m<sup>3</sup>
- Densidad del hormigón ..... 2.200 Kg/m<sup>3</sup>

Las diversas cimentaciones están representadas en el documento PLANOS.

#### 1.4 COMPROBACIÓN DE LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD

##### 1.4.1 Distancia de los conductores al terreno

La altura mínima de los conductores al terreno, estando aquellos en su posición de máxima flecha vertical, ha de ser la que resulte de aplicar la siguiente fórmula:

$$H = D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ metros, con un mínimo de 6 metros}$$

El valor de  $D_{el}$  viene definido en el apartado 5.2. de la ITC-LAT 07, en función de la tensión más elevada de la línea, resultando:

$$H = 5,3 + 0,60 = 5,9 \text{ m}$$

Se adoptará un mínimo de 8 metros.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

La flecha máxima se obtendrá en las hipótesis de 75°C sin sobrecargas, 15°C con sobrecarga de viento ó de 0°C con sobrecarga de hielo, según se refleja en la tabla de cálculo mecánico de conductores.

#### 1.4.2 Distancias entre conductores

La distancia mínima reglamentaria entre conductores se determina según la fórmula del apartado 5.4.1. de la ITC-LAT 07:

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

Donde:

- D = Separación entre conductores (m).
- F = Flecha máxima en metros, según apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07.
- L = Longitud en metros de la cadena de suspensión.
- $D_{pp}$  = Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de  $D_{pp}$  se indican en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 07, en función de la tensión más elevada de la línea.
- $K'$  = Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea ( $K'=0,75$ ).
- K = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, se tomará de la siguiente tabla:

Ángulo de oscilación $\alpha = \arctg \frac{\text{Sobrecarga viento}}{\text{peso propio}}$	Valores de K	
	Líneas de tensión nominal superior a 30 kV	Líneas de tensión nominal igual o inferior a 30 kV
Superior a 65°	0,7	0,65
Comprendido entre 40° y 65°	0,65	0,6
Inferior a 40°	0,6	0,55

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

Según lo anteriormente expuesto:

$$\alpha = \arctg \frac{1,294}{1,275} = 45,42^\circ \quad k = 0,65$$

En las tablas resumen adjuntas pueden consultarse las separaciones entre conductores necesarias para cada vano de la línea en proyecto, comprobándose que no superan la separación dada por el armado elegido.

APOYOS		VANO (metros)	VANO CÁLCULO (metros)	Flecha Maxima Vano Cálculo (metros)	Flecha Máxima (metros)	Separación de Conduc. Mínima Exigida (metros)	Separación conductores proyectada (metros)
1D	2D	366,21	250	7,74	16,60	3,21	3,65
2D	3D	275,92	250	7,74	9,42	2,60	3,50
3D	4D	181,36	250	7,74	4,07	1,90	3,00
4D	5D	262,59	250	7,27	8,02	2,41	3,00
5D	6D	293,86	250	7,27	10,04	2,67	3,00
6D	7D	279,76	250	7,27	9,10	2,57	3,50
7D	8D	354,44	250	7,27	14,61	3,04	3,50
8D	9D	278,23	250	7,27	9,00	2,52	3,00
9D	10D	272,34	250	7,27	8,63	2,48	3,50
10D	11D	389,54	250	7,27	17,65	3,29	4,00
11D	12D	328,86	250	7,27	12,58	2,90	3,50
12D	13D	208,77	250	7,27	5,07	2,10	3,00
13D	14D	221,02	250	7,27	5,68	2,18	3,50
14D	15D	319,46	250	7,27	11,87	2,80	3,50
15D	16D	164,16	250	7,27	3,13	1,68	3,00
16D	17D	169,65	250	7,27	3,35	1,78	3,00
17D	18D	171,40	250	7,27	3,42	1,79	3,15
18D	19D	338,65	250	7,27	13,34	2,90	3,30
19D	20D	304,61	250	7,27	10,79	2,70	3,30
20D	21D	304,61	250	7,27	10,79	2,74	3,30
21D	22D	261,91	250	7,27	7,98	2,41	3,15
22D	23D	298,55	250	7,27	10,37	2,66	3,15
23D	24D	199,66	250	7,27	4,64	2,04	3,30
24D	25D	214,12	250	7,27	5,33	2,13	3,30
25D	26D	300,38	250	7,27	10,50	2,71	3,30
26D	27D	270,70	250	7,27	8,52	2,47	3,15
27D	28D	198,15	250	7,27	4,57	1,91	3,15

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

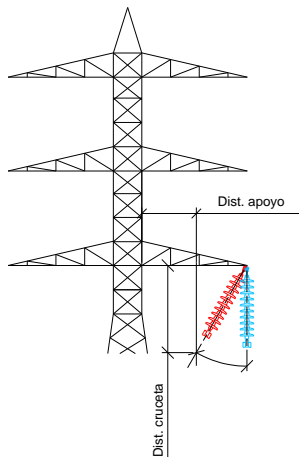
#### 1.4.3 Distancias de los conductores a los apoyos

En el apartado 5.4.2. de la ITC-LAT 07 se establece que la separación mínima entre conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a  $D_{el}$  con un mínimo de 0,2 metros.

**Siendo  $U = 45 \text{ kV}$ ,  $D_{el} = 0,60 \text{ m}$**

En el caso de las cadenas de suspensión, se considerarán los conductores y la cadena de aisladores desviados bajo la acción de la mitad de la presión de viento correspondiente a un viento de velocidad 120 km/h, a la temperatura de  $-5 \text{ }^{\circ}\text{C}$  para zona A, de  $-10 \text{ }^{\circ}\text{C}$  para zona B y  $-15 \text{ }^{\circ}\text{C}$  para zona C.

Para los apoyos de la serie Arce, se tiene un vuelo de cruceta de 1,80 m. Considerando una longitud de la cadena de suspensión de 0,8 m y una distancia mínima al apoyo de 0,60 m, se obtendrán los ángulos de inclinación de las cadenas, que nos medirán las distancias al apoyo o a la cruceta.



$$D_{\min \text{ apoyo}} = 1,8 - 0,8 \cdot \text{sen} \alpha = 0,60$$

$$\alpha = \arcsen \frac{1,3}{0,8}; \quad \alpha = -$$

$$D_{\text{cruceta}} = 0,8 \cdot \cos \alpha = 0,60$$

$$\alpha = \arccos \frac{0,60}{0,8}; \quad \alpha = 41,41^{\circ}$$

Por lo tanto el máximo ángulo de inclinación de las cadenas que permiten los apoyos será de  $41^{\circ}$ .

A continuación se indican los ángulos de oscilación de las cadenas, en función de los vanos de peso, para cada uno de los apoyos proyectados:

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

Nº	APOYO	VANO PESANTE	ANGULO DE OSCILACION
1D	DRAGO 2500 H4 18 CA	197	0,00
2D	ARCE 900 H40 23.00 CS	237	34,48
3D	ARCE 630 H30 18.45 CS	150	37,79
4D	ARCE 1400 H30 18.45 CA	351	0,00
5D	ARCE 630 H30 23.00 CS	366	21,09
6D	ARCE 630 H30 23.00 CS	257	29,53
7D	ARCE 900 H40 20.70 CS	269	30,85
8D	ARCE 1400 H30 20.70 CA	381	0,00
9D	ARCE 630 H30 25.00 CS	453	17,12
10D	ARCE 1400 H40 23.00 CA	43	0,00
11D	ARCE 900 H40 20.70 CS	426	23,14
12D	ARCE 630 H30 18.45 CS	249	28,68
13D	ARCE 630 H30 20.70 CS	213	27,10
14D	ARCE 900 H40 20.70 CS	334	22,33
15D	ARCE 1800 H30 13.95 CA	115	0,00
16D	ARCE 1400 H30 13.95 CA	257	0,00
17D	ARCE 630 H30 16.20 CS	146	30,57
18D	DRAGO 2500 H4 18 CA	509	0,00
19D	DRAGO 2500 H4 21 CA	80	0,00
20D	OLMO 610 H5 5TA CS	324	25,51
21D	OLMO 610 H5 5T CS	254	29,50
22D	ARCE 1400 H30 23.00 CA	337	0,00
23D	OLMO 610 H5 4TA CS	200	32,23
24D	OLMO 610 H5 4TA CS	196	28,21
25D	OLMO 610 H5 5T CS	257	26,88
26D	OLMO 610 H5 5TA CS	276	27,72
27D	ARCE 1400 H30 23.00 CA	207	0,00
28D	DRAGO 2500 H4 18 CA	164	0,00

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

#### 1.4.4 Distancias entre conductores y cable de tierra

Respecto a la protección contra descargas atmosféricas (rayos) mediante el empleo de cable de tierra dispuesto en cúpula de apoyos por encima de los conductores, el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión recomienda en su apartado 2.1.7. de la ITC-LAT 07 que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra, con la línea determinada por este punto y cualquier conductor de fase, no exceda de 35 grados.

En la Línea en proyecto se plantean las siguientes disposiciones de los armados:

##### ARMADO H30 (SERIE ARCE). Cadenas de suspensión.

- Longitud cúpula : 3,70 m.
- Longitud cruceta : 2,40 m.
- Longitud cadena de suspensión: 0,80 m.

$$\alpha = \arctg \frac{2,40}{3,70 + 0,80} = 28,07^\circ < 35^\circ$$

##### ARMADO H30 (SERIE ARCE). Cadenas de amarre.

- Longitud cúpula : 3,70 m.
- Longitud cruceta : 2,40 m.

$$\alpha = \arctg \frac{2,40}{3,70} = 32,97^\circ < 35^\circ$$

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

#### ARMADO H40 (SERIE ARCE). Cadenas de suspensión.

- Longitud cúpula : 4,30 m.
- Longitud cruceta : 2,90 m.
- Longitud cadena de suspensión: 0,80 m.

$$\alpha = \arctg \frac{2,90}{4,30 + 0,80} = 29,62^\circ < 35^\circ$$

#### ARMADO H40 (SERIE ARCE). Cadenas de amarre.

- Longitud cúpula : 4,30 m.
- Longitud cruceta : 2,90 m.

$$\alpha = \arctg \frac{2,90}{4,30} = 34^\circ < 35^\circ$$

#### ARMADO H4 (SERIE DRAGO). Todos estos armados disponen de cadena de amarre.

- Longitud cúpula : 4,30 m.
- Longitud cruceta : 3,00 m.

$$\alpha = \arctg \frac{3,00}{4,30} = 34,90^\circ < 35^\circ$$

#### ARMADO H5 (SERIE OLMO). Todos estos armados disponen de cadena de suspensión.

- Longitud cúpula : 4,01 m.
- Longitud cruceta : 2,70 m.
- Longitud cadena de suspensión: 0,80 m.

$$\alpha = \arctg \frac{2,70}{4,01 + 0,80} = 29,31^\circ < 35^\circ$$

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

#### 1.5 **DISTANCIAS EN CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS**

En los puntos siguientes se resumen las distancias reglamentarias para los cruzamientos y paralelismos a realizar con cada uno de los organismos afectados.

El vano de cruce y los apoyos que lo limitan cumplen las prescripciones especiales que se detallan en el apartado 5.3. de la ITC-LAT 07, solicitando condicionado si procede al Organismo o Entidad afectada.

En el documento PLANOS aparecen reflejadas las distancias existentes en los cruzamientos y/o paralelismos.

##### 1.5.1 **Líneas eléctricas y de telecomunicación**

###### 1.5.1.1 **CRUZAMIENTOS**

En los cruces con líneas eléctricas se sitúa a mayor altura la de tensión más elevada, y en caso de igualdad la de instalación posterior.

La distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la superior será mayor de la indicada en la siguiente tabla:

<b>TENSIÓN LÍNEA INFERIOR</b>	<b>DISTANCIA MÍNIMA (METROS)</b>
< 45 kV	2
45 kV	2,1
45 kV < V ≤ 66 kV	3
66 kV < V ≤ 132 kV	4
132 kV < V ≤ 220 kV	5
220 kV < V ≤ 400 kV	7

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

$$D_{\min} = D_{\text{add}} + D_{\text{pp}} \text{ metros}$$

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

La mínima distancia vertical entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de tierra de la línea inferior no debe ser inferior a:

$$D_{\min} = D_{\text{add}} + D_{\text{el}} \text{ metros (con un mínimo de 2 m)}$$

En la siguiente tabla se indican las distancias mínimas reglamentarias:

TENSIÓN (KV)	DISTANCIA MÍNIMA FASE-FASE (m)	DISTANCIA MÍNIMA FASE-TIERRA (m)
45	3,2	2,1
66	3,3	2,2
110	4,15	2,5
132	4,4	2,7
220	5,5	3,2
400	7,2	4,3

#### 1.5.1.2 PARALELISMOS ENTRE LÍNEAS ELÉCTRICAS

Se recomienda una distancia mínima igual a 1,5 veces la altura del apoyo más alto entre los conductores más próximos de una y otra línea.

Además, se también se mantiene una distancia mínima igual a la señalada para separación entre conductores en el apartado 5.4.1. de la ITC-LAT 07, considerando como valor de U el de la línea de mayor tensión.

#### 1.5.2 Carreteras

##### 1.5.2.1 CRUZAMIENTOS

La altura mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera cumple con:

$$D_{\min} = D_{\text{add}} + D_{\text{el}} \text{ metros (con un mínimo de 7 m)}$$

siendo:

- $D_{\text{add}}$  = 6,3 m para líneas de 1ª, 2ª y 3ª categoría
- $D_{\text{el}}$  = 0,60 m para una tensión de 45 kV

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

Por lo cual:

$$D = 6,3 + 0,60 = 6,90 \text{ metros}$$

Además, los apoyos se instalan fuera de la zona afectada por la línea límite de edificación y a una distancia superior a vez y media su altura desde la arista exterior de la calzada.

La línea límite de edificación se encuentra, medida desde el borde exterior de la calzada y en función de la categoría de la carretera, a las distancias indicadas a continuación:

- Autopistas, autovías y vías rápidas..... 50 metros
- Resto de carreteras de la red estatal ..... 25 metros
- Carreteras de la red básica autonómica ..... 18 metros
- Carreteras de la red comarcal y local..... 15 metros

### 1.5.3 Ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

#### 1.5.3.1 CRUZAMIENTOS

La altura mínima de los conductores sobre el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril cumple con:

$$D_{\min} = 3,50 + D_{el} \text{ metros (con un mínimo de 4 m)}$$

siendo:

-  $D_{el} = 0,60$  m para una tensión de 45 kV

Por lo cual:

$$D = 3,50 + 0,60 = 4,10 \text{ metros}$$

No se instalan apoyos dentro de la superficie afectada por la línea límite de edificación, que es la situada a 50 metros de la arista exterior de la explanación medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

Además, en los cruzamientos se instalan los apoyos a una distancia de la arista exterior de la explanación superior a vez y media la altura del apoyo.

#### **1.5.4 Ríos y canales, navegables o flotables**

##### **1.5.4.1 CRUZAMIENTOS**

La distancia mínima vertical de los conductores, con su máxima flecha vertical, sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta es de:

La altura mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera cumple con:

$$G + D_{add} + D_{el} \text{ metros}$$

- G= gálibo (4,7 m si no existe gálibo definido)
- $D_{add}$ = 2,3 m para líneas de 1ª, 2ª y 3ª categoría
- $D_{el}$  = 0,60 m para una tensión de 45 Kv

Por lo cual:

$$D = 4,70 + 2,30 + 0,60 = 7,60 \text{ metros}$$

Los apoyos se instalan a una distancia superior a 25 metros y, como mínimo, a vez y media la altura de los apoyos, desde el borde del cauce fluvial.

#### **1.5.5 Paso por zonas**

Se cumple en todo caso lo dispuesto en el apartado 5.12 de la ITC-LAT 07.

##### **1.5.5.1 BOSQUES, ÁRBOLES Y MASAS DE ARBOLADO**

Se establece 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:

$$D_{\min} = D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ metros (con un mínimo de 2 m)}$$

Siendo:

- $D_{el}$  = 0,60 m para una tensión de 45 kV

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

Por lo cual:

$$D_{\min} = 1,5 + 0,6 = 2,1 \text{ m}$$

#### 1.5.5.2 EDIFICIOS, CONSTRUCCIONES Y ZONAS URBANAS

No se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados:

$$D_{\min} = D_{\text{add}} + D_{\text{el}} = 3,3 + D_{\text{el}} \text{ metros (con un mínimo de 5 m)}$$

Siendo:

-  $D_{\text{el}} = 0,60 \text{ m}$  para una tensión de 45 kV

Por lo cual:

$$D_{\min} = 3,3 + 0,6 = 3,9 \text{ m}$$

**PRODUCCION Y GESTION DE RESIDUOS**  
**LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN 45 KV**  
**S.E.T. “ZUERA OESTE” – S.E.T. “SAN MATEO”**  
  
**EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZUERA Y**  
**SAN MATEO DE GÁLLEGO (PROVINCIA DE ZARAGOZA)**

**ANEXO II**



**Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza**

LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

Memoria

**INDICE PRODUCCION Y GESTION DE RESIDUOS**

<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2 PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>3 PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE EXPLOTACIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>4 GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS .....</b>	<b>8</b>
4.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS.....	8
4.2 RESIDUOS PELIGROSOS .....	9
<b>5 GESTIÓN EXTERNA DE LOS RESIDUOS.....</b>	<b>10</b>
5.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS.....	10

## **1 INTRODUCCIÓN**

En relación a los residuos generados en la fase de construcción de la Línea Aérea, podemos diferenciar entre los residuos no peligrosos y los residuos peligrosos, según se definen en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. A continuación se diferencian los residuos que se generarán durante el periodo de realización de las obras de los generados en la fase de explotación de la instalación.

## **2 PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN**

En cuanto a los residuos peligrosos generados en la fase de construcción estos serán principalmente los derivados del mantenimiento de la maquinaria utilizada para la realización de la obra. Los residuos referidos serán aceites usados, restos de trapos impregnados con aceites y o disolventes, envases que han contenido sustancias peligrosas, etc... Las operaciones de mantenimiento de maquinaria se realizarán preferentemente en talleres externos, aunque debido a averías de la maquinaria en la propia obra y la dificultad de traslado de maquinaria de gran tonelaje en ocasiones resulta inevitable realizar dichas operaciones en la propia obra.

Debido a situaciones accidentales durante el mantenimiento de la maquinaria o a la manipulación de sustancias peligrosas pueden darse pequeños vertidos de aceites, combustibles, etc. que originen tierras contaminadas con sustancias peligrosas.

En la fase de construcción los residuos no peligrosos que se generarán serán del tipo, metales, plásticos, restos de cables, restos de hormigón y restos orgánicos, etc...

Las tierras sobrantes generadas debido a la realización de las cimentaciones de los apoyos, así como de la zanja, se han tenido en cuenta en el presupuesto de Obra Civil de la Línea.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

En cuanto a las operaciones de movimiento de tierras se retirará en primer lugar la capa más superficial, constituida por tierra vegetal que podrá ser reutilizada para las labores de recuperación de la zona.

Las tierras sobrantes generadas debidas a las excavaciones, serán reutilizadas preferentemente en las labores de relleno, siempre que sea posible, tratando de minimizar por tanto las tierras sobrantes que deban ser retiradas.

Debido a las labores de hormigonado de cimentaciones, etc... se generarán estos de hormigón procedente del lavado de hormigoneras.

Como consecuencia del personal laboral de obra se generarán una serie de residuos asimilables a urbanos, como restos de comidas, envoltorios, latas, etc...

A continuación en las siguientes tablas se especifica a modo de resumen los residuos generados como consecuencia de la actividad evaluada

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESIDUOS NO PELIGROSOS			
17 05 04	Tierras sobrantes	Operaciones que implican movimientos de tierras como apertura de cimentaciones.	Reutilización en la medida de lo posible en la propia obra, el resto será retirado prioritariamente a plantas de fabricación de áridos para su reciclaje y finalmente si no son posibles las dos opciones anteriores a vertederos autorizados.
17 01 01	Hormigón	Operaciones de Hormigonado de cimentaciones.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESIDUOS NO PELIGROSOS			
17 02 01	Madera	Realización de cimentaciones. Montaje de estructuras.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 02 03	Plástico	Envoltorio de componentes, protección transporte de materiales	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 05	Hierro y acero	Realización de cimentaciones. Montaje de estructuras.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 07	Metales mezclados	Realización de instalaciones	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 11	Cables desnudos	Realización de instalaciones eléctricas	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESIDUOS PELIGROSOS			
15 05 02	Trapos impregnados De sustancias Peligrosas como aceites, disolventes, etc... (RP)	Operaciones de Mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas (RP)	Posibles vertidos accidentales, derrames de la maquinaria y manipulación de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc...	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESIDUOS PELIGROSOS			
13 02 05	Aceites usados (RP).	Operaciones de Mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
13 01 10	Envases que han Contenido sustancias peligrosas, como envases de aceites, combustible, disolvente, pinturas, etc... (RP)	Operaciones de Mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.

### 3 PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE EXPLOTACIÓN

En la fase de explotación los residuos no peligrosos generados serán por un lado residuos asimilables a urbanos, generados por el personal de mantenimiento y por otro los derivados de la propia actividad de mantenimiento, así como residuos vegetales del mantenimiento de las operaciones de prevención de incendios.

A continuación en las siguientes tablas se especifica a modo de resumen los residuos generados como consecuencia de la actividad evaluada:

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE EXPLOTACIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESIDUOS PELIGROSOS			
15 05 02	Trapos impregnados De sustancias Peligrosas como aceites, disolventes, etc... (RP)	Operaciones de Mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
13 01 10	Envases que han Contenido sustancias peligrosas, como envases de aceites, combustible, disolvente, pinturas, etc... (RP)	Operaciones de Mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
20 01 33	Baterías y acumuladores	Operaciones de mantenimiento de equipos.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
RESIDUOS NO PELIGROSOS			
20 03 01	Residuos asimilables a urbanos.	Procedentes del personal de planta como restos de comidas, envoltorios, latas, etc...	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
20 03 06	Residuos de la Limpieza de red de drenaje	Procedentes de la red de drenaje	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.

## **4 GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS**

Para la correcta gestión de los residuos en la instalación desde su producción hasta su recogida por parte de un gestor autorizado se habilitará una zona de almacenamiento de residuos que cumplirán con las características descritas a continuación.

### **4.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS**

Durante la fase de obra se habilitarán zonas para el almacenamiento de residuos no peligrosos de fácil acceso a los operarios (junto a casetas de obras, zonas de almacenamiento de materiales), el mismo estará perfectamente señalizado y será conocido por el personal de obra. En el mismo se instalarán diferentes cubas y contenedores que faciliten la segregación de los residuos para así facilitar su posterior gestión.

Las tierras sobrantes serán acopiadas en la propia obra tratando de disminuir el tiempo de almacenamiento el máximo posible, se tratará preferentemente de utilizar estas tierras en la propia obra.

Los restos de hormigón que se encontrarán principalmente en las balsas de recogida de lavado de hormigonera, serán retirados y llevados a una cuba hasta su recogida.

Los restos de materiales que usados para la construcción del edificio de control, serán retirados y llevados a una cuba hasta su recogida.

Se dispondrán contenedores para el almacén de residuos asimilables a urbanos, identificados de forma que faciliten la recogida selectiva. Además se dispondrán papeleras en el lugar de origen.

Para materiales reciclables como maderas, metales, restos plásticos se dispondrán cubas diferenciadas que faciliten su segregación.

## **4.2 RESIDUOS PELIGROSOS**

El almacenamiento de residuos peligrosos para los residuos generados en la fase de construcción se realizará en una zona adecuada y destinada a tal fin, perfectamente señalizada y con las características que se describen a continuación:

- Se realizará sobre una superficie impermeabilizada y con estructuras que sean capaces de contener un posible vertido accidental de los residuos.
- Contará con una cubierta superior que evite que el agua de lluvia pueda provocar el arrastre de los contaminantes y sea protegido por la radiación solar.
- El área de almacenamiento de residuos peligrosos estará perfectamente identificado y señalizado.
- Los recipientes utilizados para el almacenamiento de residuos peligrosos serán adecuados a cada tipo de residuo y se encontrarán en perfecto estado, cumpliendo lo establecido en el Real Decreto 833/1988 que desarrolla la Ley 10/1998 de residuos en materia de residuos peligrosos.
- Cada uno de los contenedores de residuos peligrosos se encontrará etiquetado, según el sistema de identificación establecido en la legislación vigente

## **5 GESTIÓN EXTERNA DE LOS RESIDUOS**

Según lo establecido en la Ley 10/1998 de residuos los poseedores de residuos están obligados a entregarlos a un gestor de residuos para su valorización o eliminación. Siendo prioritario destinar todo residuo potencialmente reciclable o valorizable a estos fines, evitando su eliminación siempre que sea posible.

En este sentido el destino final de los residuos generados en la instalación será siempre que sea posible la valorización, a continuación se especifica la gestión final a la que se destinará cada uno de ellos.

### **5.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS**

Las tierras sobrantes serán principalmente reutilizadas siempre que sea posible para el relleno de excavaciones en la propia obra, si esto no es posible se destinará junto con los restos de hormigón y el resto de residuos de construcción a plantas donde sea posible su reutilización, finalmente y como última opción serán retirados a vertederos autorizados.

Las maderas, chatarras y plásticos serán retiradas por gestor autorizado de residuos priorizando su reciclaje.

Los residuos asimilables a urbanos serán segregados de forma que se facilite su valorización, estos residuos serán retirados por gestor autorizado de residuos o bien mediante acuerdos con el ayuntamiento.

Los aceites usados generados en la instalación serán retirados por un gestor autorizado de residuos priorizando su valorización.

El resto de residuos peligrosos generados será retirado por un gestor autorizado de residuos peligrosos para su inertización y eliminación en vertedero.

**ESTUDIO DE IMPACTO MEDIOAMBIENTAL**  
**LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN 45 KV**  
**S.E.T. “ZUERA OESTE” – S.E.T. “SAN MATEO”**  
  
**EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZUERA Y**  
**SAN MATEO DE GÁLLEGO (PROVINCIA DE ZARAGOZA)**

**ANEXO III**



**Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza**

## **ÍNDICE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA**

<b>1 OBJETO .....</b>	<b>3</b>
<b>2 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE PROTECCIÓN .....</b>	<b>3</b>
2.1 PRESCRIPCIONES GENÉRICAS .....	3
2.1.1 Aislamiento.....	4
2.1.2 Distancia entre conductores .....	4
2.1.3 Crucetas y armados .....	4
2.3 MEDIDAS PARA MINIMIZAR EL RIESGO DE COLISIÓN .....	5
2.4 MEDIDAS ADOPTADAS PARA REDUCIR EL IMPACTO PAISAJÍSTICO .....	5
<b>3 PLANOS .....</b>	<b>6</b>

## **1 OBJETO**

El presente documento tiene por objeto describir las actuaciones que se adoptan sobre las instalaciones eléctricas aéreas de alta tensión, -con tensión nominal asignada superior ó igual a 30 kV-, en cumplimiento de la siguiente legislación:

- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, de Ministerio de la Presidencia, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Decreto 34/2005, de 8 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se establecen las normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas aéreas con objeto de proteger la avifauna.

## **2 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE PROTECCIÓN**

Para conseguir el objeto definido en el primer punto del presente documento, a continuación se describen las acciones adoptadas en el proyecto y realización de las instalaciones eléctricas aéreas,(planteamiento del trazado, características constructivas y definición de las características técnicas de los equipos), con el fin de reducir los riesgos de electrocución o colisión que las mismas suponen para la avifauna, así como para la reducción del impacto paisajístico.

Estas acciones se han estructurado en los puntos siguientes.

### **2.1 PRESCRIPCIONES GENÉRICAS**

Con carácter general se adoptarán las siguientes medidas:

- No se instalarán aisladores rígidos.
- No se instalarán puentes flojos por encima de travesaños ó cabecera de los apoyos.

No se instalarán autoválvulas y seccionadores en posición dominante, por encima de travesaños o cabecera de apoyos.

## **2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS DEL TENDIDO ELÉCTRICO PARA EVITAR ELECTROCUCIONES**

Para evitar la electrocución de la avifauna se han adoptado las siguientes prescripciones técnicas:

### **2.1.1 Aislamiento**

Los apoyos se proyectan con cadenas de aisladores suspendidos o de amarre, pero nunca rígidos.

### **2.1.2 Distancia entre conductores**

La distancia entre conductores no aislados será igual o superior a 1,50 m.

### **2.1.3 Crucetas y armados**

Apoyos de alineación (suspensión): La fijación de las cadenas de aisladores a las crucetas se realizará a través de cartelas, manteniendo una distancia mínima de 0,75 m entre el punto de posada y el conductor en tensión.

Apoyos de ángulo y anclaje (amarre): La fijación de los conductores a la cruceta se realizará a través de cartelas que permitan mantener una distancia mínima de 0,70 m entre zona de posada y punto en tensión (1,00 m en espacios naturales protegidos ya declarados o dotados de instrumentos de planificación de recursos naturales específicos).

Apoyos con armado tipo bóveda: La distancia entre el conductor central y la base de la bóveda no será inferior a 0,88 m. En su defecto, se cumplirán las condiciones siguientes:

- En apoyos con cadenas de suspensión, para la fase central se procederá al aislamiento de la grapa y de 1 metro de conductor a cada lado de la misma.
- En apoyos con cadenas de amarre, se forrará el puente central.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

- Se evitará el arrastre de materiales sueltos a cursos de aguas superficiales durante los movimientos de tierras.
- Se adecuara la ubicación del apoyo al terreno, utilizando patas de longitud variable.

Queda prohibida la utilización en la fase central de contrapesos en tensión en los apoyos de alineación con armado tipo bóveda.

Apoyos con armado tipo tresbolillo: La distancia entre la semicruceta inferior y el conductor superior no será inferior a 1,50 m.

Apoyos con armado en hexágono (doble circuito): La distancia entre la semicruceta inferior y el conductor superior no será inferior a 1,50 m.

### **2.3 MEDIDAS PARA MINIMIZAR EL RIESGO DE COLISIÓN**

La prescripción técnica prevista para este objetivo es la señalización de los vanos que atraviesan cauces fluviales, zonas húmedas, pasos de cresta, collados de rutas migratorias y/o colonias de nidificación. Dicha señalización se llevará a cabo mediante el empleo de dispositivos de balizamiento dispuestos en los conductores de fase y/o de tierra, de diámetro aparente inferior a 20 mm, de manera que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 m como máximo.

Los dispositivos de balizamiento serán del tamaño mínimo siguiente:

- Espirales: 30 cm de diámetro por 1 metro de longitud.
- De dos tiras en equis: 5 x 35 cm.

### **2.4 MEDIDAS ADOPTADAS PARA REDUCIR EL IMPACTO PAISAJÍSTICO**

Con carácter general se adoptarán las siguientes medidas para reducir el impacto paisajístico:

- En la reforma de líneas existentes se mantendrá el mismo trazado de la línea a reformar.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

- El trazado de la línea discurrirá próximo a vías de comunicación (carreteras, vías férreas, caminos, etc.).
- Se evitará el trazado por cumbres o lomas en zonas de relieve accidentado.
- Se evitarán los desmontes y la roturación de la cubierta vegetal en la construcción de los caminos de acceso a la línea, utilizando accesos existentes.
- Se retirarán los elementos sobrantes en la construcción.
- Se evitará el arrastre de materiales sueltos a cursos de aguas superficiales durante el movimiento de tierras.
- Se adecuará la ubicación del apoyo al terreno, utilizando patas de longitud variable.
- Al objeto de lograr cierta uniformidad en el entorno paisajístico, y siempre que sea posible, se procurará que el material constitutivo de los apoyos sea de similares características a los ya existentes en la zona.

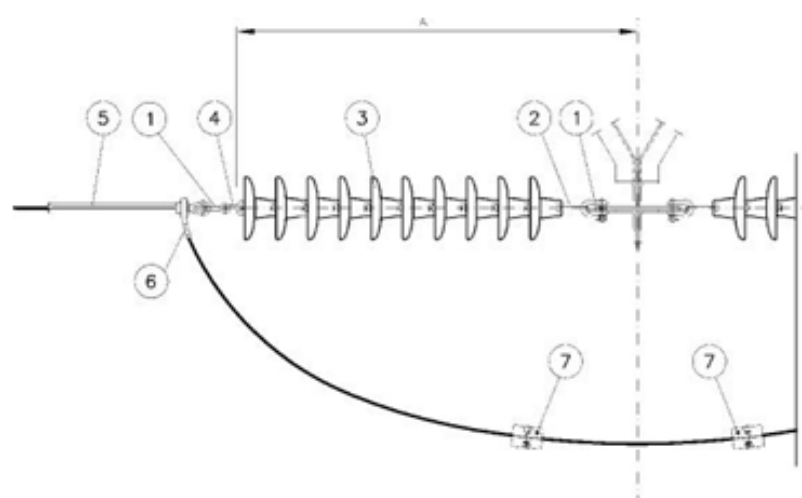
### **3 PLANOS**

- Montaje cadenas de aislamiento. Características y distancias.
- Tipos de apoyos. Distancias de seguridad.
- Dispositivos de balizamiento: Tipo, ubicación y cadencia.

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

### *DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA Y PUNTO EN TENSION*



FORMACION CADENAS	DISTANCIA ALCANZADA	DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD
U120B8/148	A = 1.740 mm	> 700 mm o 1.000 mm

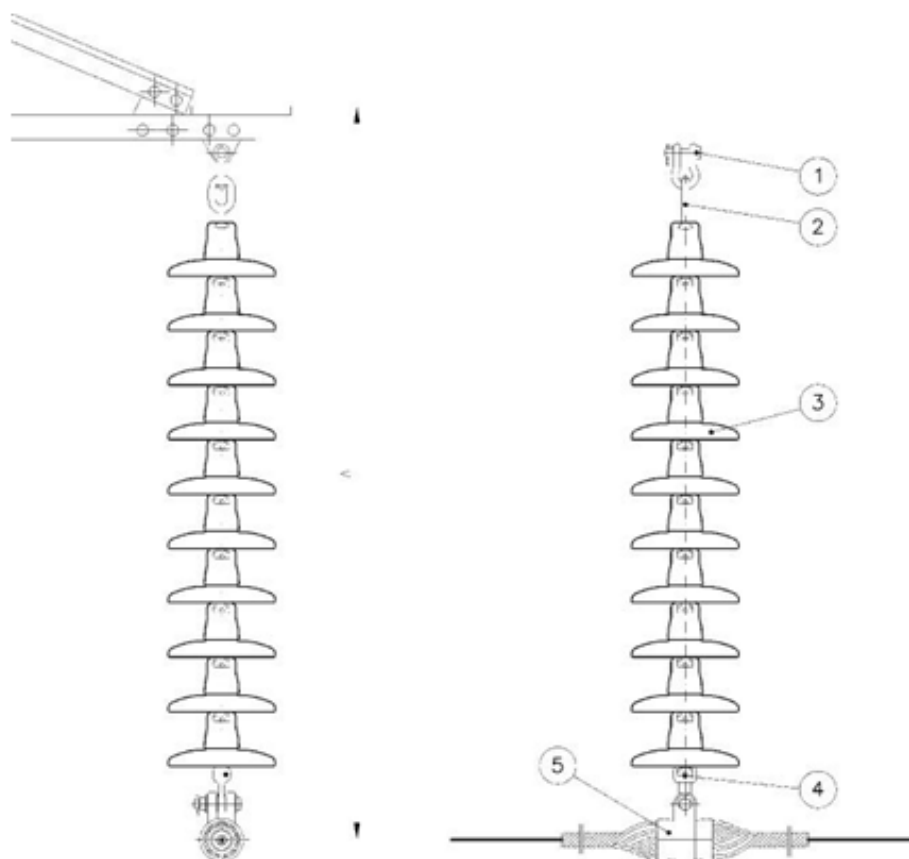
### *MONTAJE CADENA DE AMARRE COMPLETA CON GRAPA A COMPRESION Y PUENTE COMPRIMIDO PARA 110 kV Y 132 kV*

7	2	CONTRAPESO DE 10 kg PARA BUCLE
6	1	COLAS DE COMPRESION
5	14-1	GRAPA DE AMARRE A COMPRESION
4	14-1	ROTULA LARGA R18P
3	10-10	ASLADOR DE CAPERUEJA Y VASTAGO U120B5/148
2	14-1	ANILLA BOLA LARGA A218P
1	2-2	GRILETE NORMAL GN
NÚMERO	N. PIEZAS	D E N O M I N A C I O N

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

### DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA Y CONDUCTOR



FORMACION CADENAS	DISTANCIA ALCANZADA	DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD
U120BS/146	A = 1.800 mm	> 700 mm
U10BS/127 O U100BS/127	A = 1.600 mm	

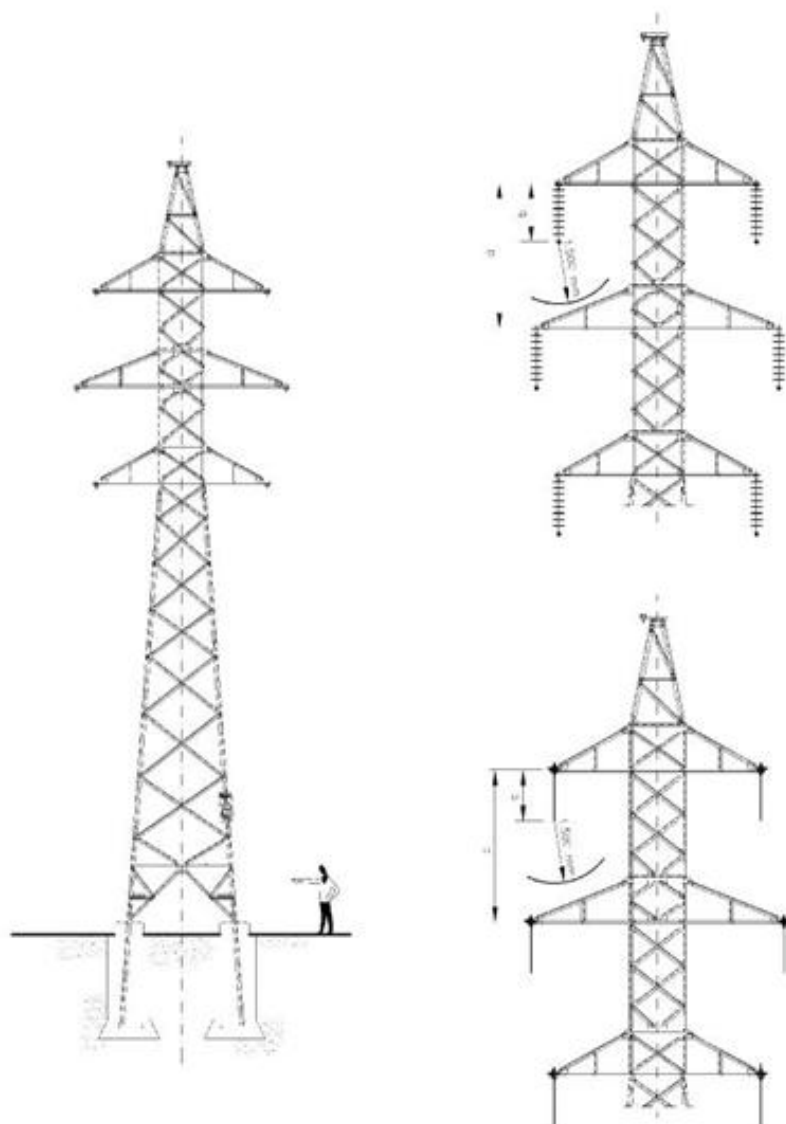
### MONTAJE CADENA DE SUSPENSION CON GRAPA ARMADA TIPO GSA PARA 132 kV

5	1	GRAPA DE SUSPENSION ARMADA TIPO GSA
4	1	RODILLA CORTA R16
3	10	AISLADOR DE CAPERUZA Y VASTAGO U120BS/146
	10	AISLADOR DE CAPERUZA Y VASTAGO U10BS/127 O U100BS/127
2	1	ANILLA SOLA A816
1	1	GRILLETE NORMAL GN
MARCA	Nº PIEZAS	D E N O M I N A C I O N

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

*DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA Y CONDUCTOR  
APOYOS TIPO ARCE O SIMILAR Y ARMADOS HEXAGONO 110/132 KV*

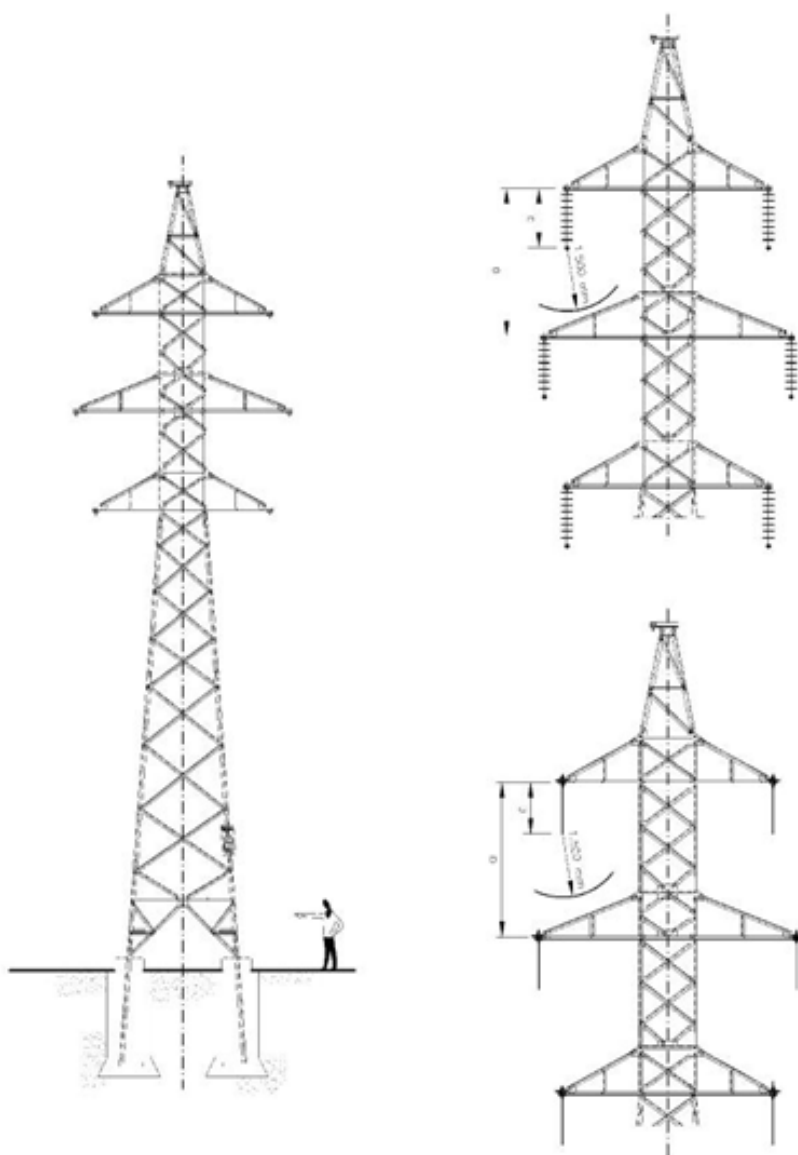


ARMADO	DISTANCIA ALCANZADA			DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD (a-b) 6 (a-c)
	a	b	c	
H30	3.000 mm		1.200 mm 1.300 mm	> 1.500 mm
H40	4.000 mm	1.600 mm 1.800 mm	1.200 mm 1.300 mm	

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

*DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA Y CONDUCTOR  
APOYOS TIPO DRAGO O SIMILAR Y ARMADOS HEXÁGONO 110/132 KV*

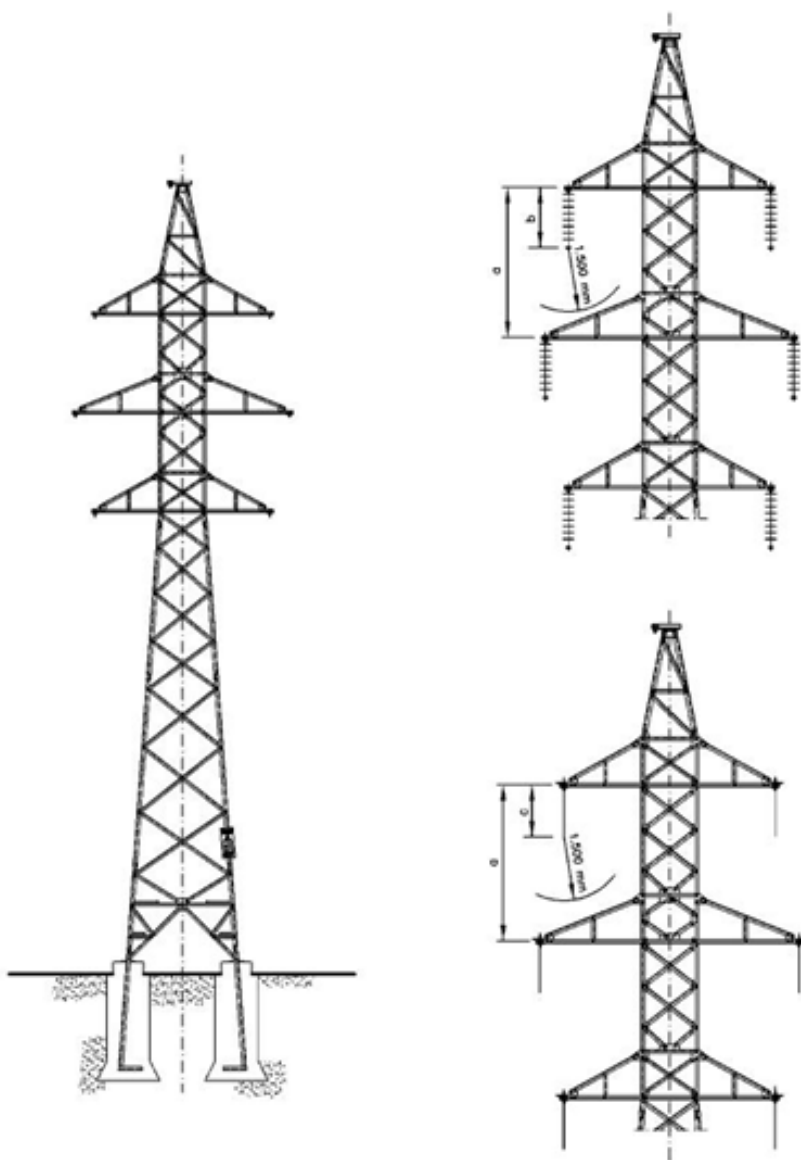


ARMADO	DISTANCIA ALCANZADA			DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD (a-b) 6 (a-c)
	a	b	c	
H4	3.300 mm		1.200 mm 1.300 mm	> 1.500 mm
H5	4.400 mm	1.600 mm 1.800 mm	1.200 mm 1.300 mm	

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

*DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA Y CONDUCTOR  
APOYOS TIPO TEJO O SIMILAR Y ARMADOS HEXAGONO 110/132 KV*

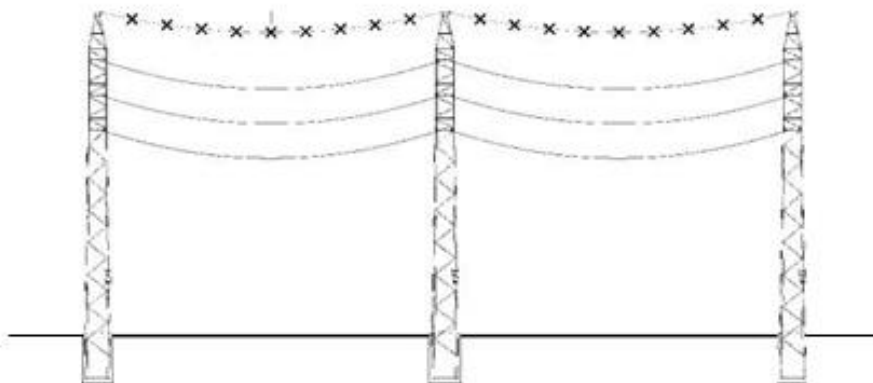


ARMADO	DISTANCIA ALCANZADA			DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD (a-b) 6 (a-c)
	a	b	c	
H51		1.600 mm	1.200 mm	
H52	5.500 mm	1.800 mm	1.300 mm	> 1.500 mm

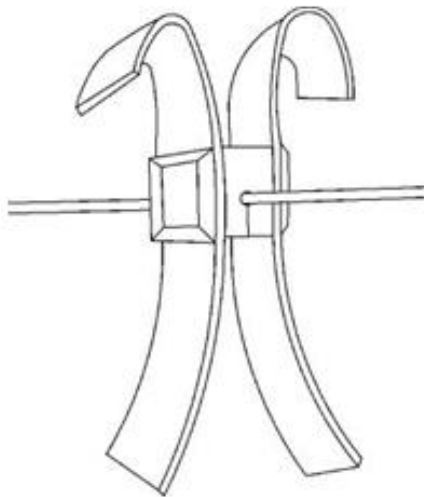
## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

INSTALACION DE SALVAPAJAROS  
EN CABLE DE PERRA



DETALLE DE SALVAPAJAROS



SOPORTE: Cable de tierra o conductor  
MONTAJE: Sin servicio  
CADENCIA: Cada 10 metros

**PLAN DE CONTROL DE CALIDAD**  
**LÍNEA AÉREA ALTA TENSION 45 KV**  
**S.E.T. “ZUERA OESTE” – S.E.T. “SAN MATEO”**  
  
**EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZUERA Y**  
**SAN MATEO DE GÁLLEGO (PROVINCIA DE ZARAGOZA)**

**ANEXO IV**



**Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza**

## **ÍNDICE PLAN DE CALIDAD**

<b>1 OBJETO DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD.....</b>	<b>4</b>
<b>2 ALCANCE DEL PLAN DE CALIDAD.....</b>	<b>4</b>
<b>3 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>4 REGLAMENTACIÓN APLICABLE .....</b>	<b>5</b>
<b>5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN EN PROYECTO.....</b>	<b>6</b>
5.1 ESQUEMA .....	6
5.2 TRAZADO DE LA LÍNEA .....	7
<b>6 FASE DE PROYECTO .....</b>	<b>9</b>
6.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS .....	9
6.2 ORGANIZACIÓN .....	11
6.3 CONTROL DEL DISEÑO .....	12
6.3.1 Datos de partida del diseño.....	13
6.3.2 Planificación .....	14
6.3.3 Revisión del diseño .....	14
6.3.4 Datos finales del diseño .....	15
6.3.5 Verificación del Diseño.....	16
6.3.6 Validación del diseño .....	17
6.3.7 Cambios en el diseño.....	18
6.4 ETAPAS DE CONTROL DEL DISEÑO .....	19
6.5 CONTROL DE LA DOCUMENTACIÓN .....	19
6.6 COMUNICACIONES.....	19
6.7 NO CONFORMIDADES.....	20
<b>7 FASE DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....</b>	<b>22</b>
7.1 CONDICIONES EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	22
7.1.1 Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas .....	23
7.1.1.1 CONTROL DE LA DOCUMENTACIÓN DE LOS SUMINISTROS.....	23
7.1.1.2 CONTROL DE RECEPCIÓN MEDIANTE DISTINTIVOS DE CALIDAD Y EVALUACIONES DE IDONEIDAD TÉCNICA.....	23
7.1.1.3 CONTROL DE RECEPCIÓN MEDIANTE ENSAYOS .....	24
7.1.2 Control de ejecución de la obra.....	24
7.1.3 Control de la obra terminada .....	25
7.2 DOCUMENTACIÓN DEL SEGUIMIENTO DE LA OBRA.....	25
7.2.1 Documentación obligatoria del seguimiento de la obra .....	25

# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

7.2.2 Documentación del control de la obra .....	26
7.2.3 Certificado final de obra .....	27
<b>8 CONDICIONES Y MEDIDAS PARA LA OBTENCIÓN DE CALIDADES DE LOS MATERIALES Y DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....</b>	<b>27</b>

## **1 OBJETO DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD**

El objeto del presente Plan de Calidad es cumplimentar el apartado 8 "Aseguramiento de la calidad" mencionado en la ITC-LAT-0 7 del Real Decreto 223/2008, de 15 de Febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias BOE (19-03-08).

## **2 ALCANCE DEL PLAN DE CALIDAD**

En el presente Plan de Calidad se definen los sistemas y procedimientos que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán para garantizar la calidad del proyecto y su ejecución en todas sus fases, cumpliendo con los requisitos del mismo.

En este documento se identifican las actividades que deberán ejecutarse para asegurar la calidad durante los procesos de planificación del proyecto, cualificación de profesionales, diseño del proyecto y procesos de revisión durante las etapas del proyecto, con el fin de garantizar que se cumplan los objetivos propuestos.

También es importante definir las funciones y responsabilidades de las partes involucradas y los mecanismos de revisión y seguimiento del proyecto. Las tareas definidas en el Plan de Aseguramiento de la Calidad deberán tener por objetivo fundamental cumplir una labor preventiva más que correctiva.

Por último se establecerán las directrices para el control de calidad de la ejecución de las obras en todas sus fases, que servirán de base para la elaboración del Plan de Calidad que para las mismas ha de redactar el contratista adjudicatario de la ejecución de las instalaciones en proyecto.

## **3 INTRODUCCIÓN**

En la actualidad INGENIERIAS ELECTRICAS S.L tiene implantado un sistema de gestión de la calidad, según la Norma UNE-EN-ISO 9001:2008.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

El alcance de dicha certificación abarca a todas las actividades desarrolladas por la empresa.

Dentro de la documentación que compone el sistema de calidad se han elaborado Procedimientos Generales e Instrucciones de Trabajo, que son de aplicación a los trabajos objeto del presente proyecto.

Así mismo, existen formatos para el control y registro de los datos obtenidos durante la ejecución de los procesos seguidos para la realización de cada uno de los trabajos realizados.

#### **4 REGLAMENTACIÓN APLICABLE**

A continuación se indican los documentos (Especificaciones Técnicas, Manuales, etc.) a tener en cuenta durante la ejecución de los trabajos, en los que se incluyen los requisitos técnicos y de calidad exigidos por el cliente:

- Norma UNE-EN-ISO 9001:2008.
- 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 ITCLAT 01 a 09.
- Real Decreto 32 75/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación y Orden de 6 de julio de 1984, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Ley del Sector Eléctrico (Ley 54/199 7, 2 7 Noviembre).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

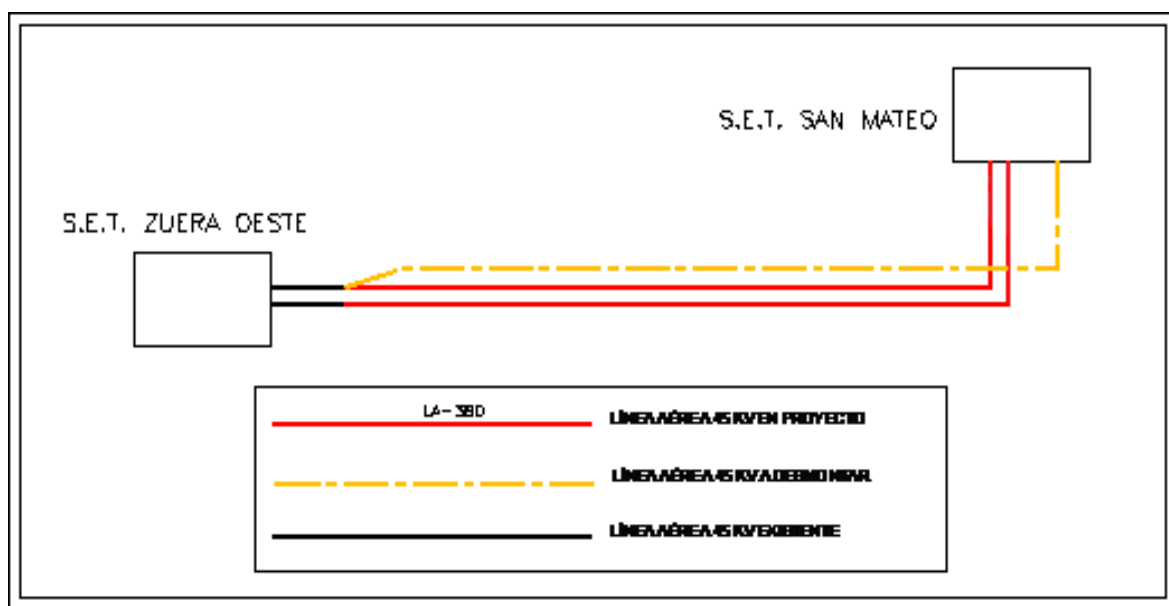
# LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

## Memoria

- Norma INGENIERIAS ELECTRICAS S.L LMZ001 sobre Criterios de Diseño de Líneas Aéreas de Alta Tensión.
- Norma INGENIERIAS ELECTRICAS S.L LNE001 sobre Procedimiento para la Construcción de Líneas Aéreas de Alta Tensión.
- Norma INGENIERIAS ELECTRICAS S.L NLZ001 sobre Control de Calidad de Líneas Aéreas de Alta Tensión
- Norma INGENIERIAS ELECTRICAS S.L NLS001 sobre Procedimiento para realizar Revisiones de Seguridad.
- Norma INGENIERIAS ELECTRICAS S.L NMZ013 sobre Almacén y Calidad de Material.
- Normas DIN y UNE
- Otras Normas, Especificaciones y Procedimientos que se citan en los documentos antes indicados, así como aquella legislación que pueda resultar vinculante.

## 5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN EN PROYECTO

### 5.1 ESQUEMA



## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

#### 5.2 TRAZADO DE LA LÍNEA

El origen de la Línea Aérea será el pórtico de la S.E.T. Zuera, desde donde y a través de 10 alineaciones y 27 apoyos se llegará al apoyo 28, final de línea, a ubicar en las inmediaciones de la S.E.T. San Mateo.

La longitud total de la línea es de 7.268,89 m, discuriendo por los Términos municipales de Zuera y San Mateo, en la provincia de Zaragoza.

Nº ALINEACIÓN	APOYOS Nº	LONGITUD (m.)	TÉRMINO MUNICIPAL
1	P – 4D	843,49	ZUERA
2	4D – 8D	1.190,64	
3	8D – 10D	550,57	
4	10D – 15D	1.467,64	
5	15D – 16D	164,16	
6	16D – 18D	341,04	ZUERA
7	18D – 19D	338,65	
8	19D – 22D	871,14	
9	22D – 27D	1283,41	ZUERA Y SAN MATEO DE GÁLLEGO
10	27D – P	218,15	SAN MATEO DE GÁLLEGO
<b>TOTAL</b>	<b>27 Ud.</b>	<b>7.268,89</b>	

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

A continuación se adjunta un listado de coordenadas UTM, ED50 Huso 30, de ubicación de los apoyos proyectados en la Línea:

Nº APOYO	COORDENADA X	COORDENADA Y
P	682.987	4.637.446
1D	682.986	4.637.426
2D	682.954	4.637.061
3D	682.929	4.636.786
4D	682.913	4.636.606
5D	682.902	4.636.343
6D	682.890	4.636.050
7D	682.878	4.635.770
8D	682.863	4.635.416
9D	682.824	4.635.141
10D	682.785	4.634.871
11D	682.723	4.634.487
12D	682.670	4.634.162
13D	682.636	4.633.956
14D	682.601	4.633.738
15D	682.549	4.633.423
16D	682.560	4.633.259
17D	682.537	4.633.091
18D	682.514	4.632.921
19D	682.715	4.632.648
20D	683.006	4.632.557
21D	683.296	4.632.465
22D	683.546	4.632.386
23D	683.834	4.632.310
24D	684.027	4.632.259
25D	684.234	4.632.204
26D	684.525	4.632.127
27D	684.787	4.632.058
28D	684.968	4.631.979
P	684.987	4.631.971

## **6 FASE DE PROYECTO**

### **6.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS**

Los trabajos realizados han sido los necesarios para la redacción del proyecto Línea Aérea de Alta Tensión 45 kV con el objeto de aumentar la capacidad de transporte de energía eléctrica para atender la demanda de los nuevos suministros en el polígono industrial y zona residencial de San Mateo de Gállego y mejorar la calidad de suministro de la zona en los términos municipales de Zuera y San Mateo, en la provincia de Zaragoza, que servirá para la tramitación frente al correspondiente Servicio Provincial de Industria de la Autorización Administrativa, Aprobación del Proyecto y Declaración de Utilidad Pública y será el documento de referencia durante la ejecución de las obras.

Seguidamente se da una descripción pormenorizada de los trabajos realizados.  
Revisión de/ trazado en campo

Un equipo de topografía, compuesto por un topógrafo y un ayudante, se ha desplazado al emplazamiento para comprobar sobre el terreno la validez del trazado previsto aportado por el cliente, introduciéndose, en su caso, las variantes que técnicamente se han considerado oportunas.

Se ha solicitado, a los organismos y empresas de servicio público propietarias de las infraestructuras que puedan verse afectadas por el proyecto, información relativa a estos servicios.

#### Obtención del plano de planta y perfil

Una vez concluido el trabajo de campo, y recopilada la información precisa de las entidades afectadas, se ha procedido al procesado en gabinete para obtener el plano de planta y perfil longitudinal.

#### Obtención de la relación de bienes y derechos afectados (rbda)

Se ha obtenido la relación de las parcelas catastrales afectadas por la línea y que han sido recogidas en la planimetría de la misma. Para obtener la relación de propietarios se ha consultado el Catastro en los Ayuntamientos afectados.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

#### Diseño y cálculo de la línea

Concluido el trabajo de campo y una vez procesados los datos tomados, se dispone de la información gráfica sobre la que realizar el diseño de la línea.

En la fase inicial del proyecto se determinan y realizan todos los cálculos necesarios para su desarrollo:

- Cálculo eléctrico de los conductores.
- Cálculo mecánico de los conductores de fase y cable de guarda.
- Cálculo mecánico de los apoyos.
- Comprobación de las distancias de seguridad reglamentarias.
- Distancias en cruzamientos y paralelismos con otras instalaciones, edificios, etc.
- Herrajes y accesorios.

Los criterios de diseño a aplicar siguen las directrices establecidas en la Norma INGENIERIAS ELECTRICAS S.L LMZOO1 sobre Criterios de Diseño de Líneas Aéreas de Alta Tensión.

#### Redacción del proyecto

Una vez realizado el diseño de la línea se ha redactado la documentación definitiva del Proyecto: Memoria, Anexos (Cálculos Justificativos, Resumen Relación de Organismos Afectados y Prescripciones Técnicas de Protección de la Avifauna), Pliego de Condiciones, Estudio de Seguridad y Salud, Presupuesto y Planos.

Se han generado los planos y documentación necesarios para la completa definición del proyecto de la línea:

- Situación y emplazamiento
- Planta-Perfil.
- Apoyos tipo.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

- Herrajes y accesorios (cadenas y herrajes de conductor y cable de tierra y amortiguador).
- Puesta a tierra de apoyos.

Se han redactado separatas para informar y solicitar autorización a organismos afectados por la construcción de la línea en proyecto.

#### Visado del proyecto en colegio oficial de ingenieros industriales

Como paso previo a la emisión de reprografía y encuadernado de los documentos que componen el proyecto, se ha obtenido visado electrónico en Colegio Oficial de Ingenieros Industriales.

#### Impresión de copias y encuadernado

Tras la impresión de la documentación correspondiente al proyecto se ha procedido a su encuadernación en los formatos establecidos por el cliente. Finalmente se han entregado las copias del proyecto.

## **6.2 ORGANIZACIÓN**

Los trabajos serán dirigidos por un Director de Proyecto, con cualificación mínima de Ingeniero Técnico Industrial, que se encargará del control y coordinación de la realización de todos los trabajos necesarios para la óptima ejecución de los mismos.

El Director de Proyecto actuará, así mismo, como interlocutor con el Cliente de los aspectos técnicos relativos a los trabajos.

#### Trabajos de topografía

El equipo que se propone es el siguiente:

- Un equipo compuesto por Topógrafo y Ayudante: Con amplia experiencia en trabajos de topografía y, en particular, en levantamientos topográficos para Líneas Eléctricas.
- Un Técnico de Gabinete: Con cualificación de Delineante Proyectista, realizará el procesado de los datos en oficina.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

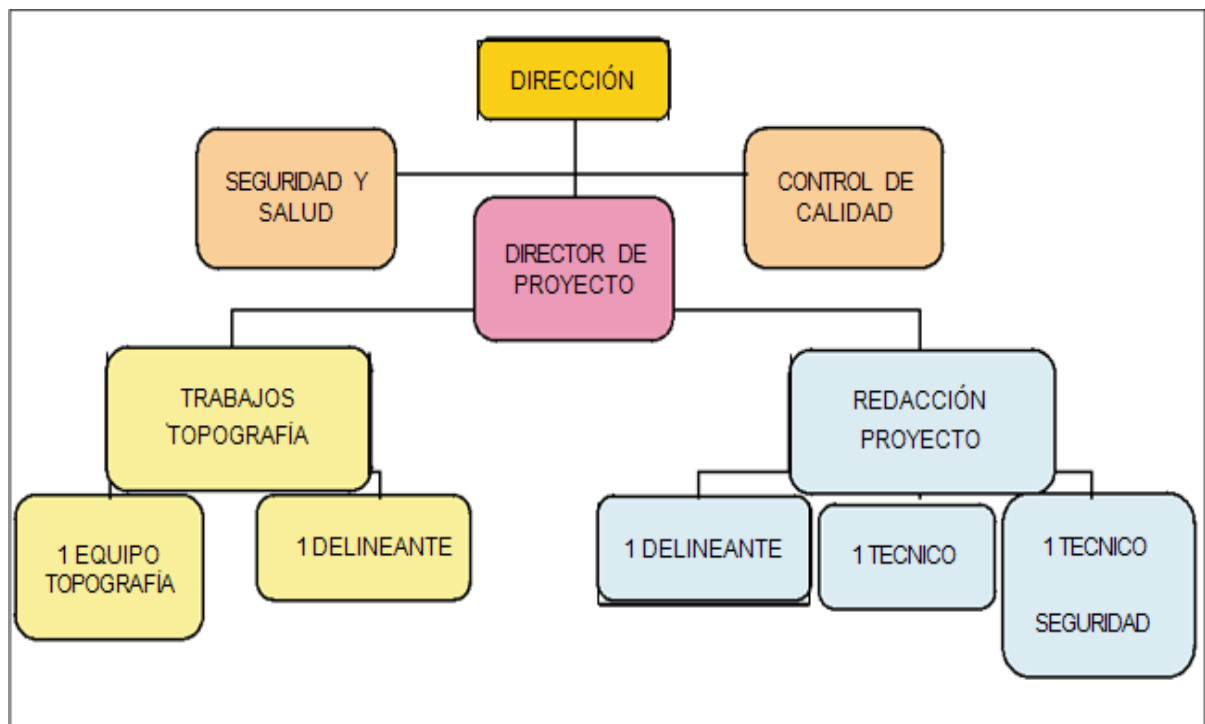
### Memoria

#### Trabajos de diseño, cálculos y redacción de documentación técnica

Se contará con el siguiente equipo de trabajo:

- Un Técnico de Proyecto: Con cualificación mínima de Ingeniero Técnico Industrial, se encargará, junto con el Director de Proyecto, de la realización de los trabajos de diseño, cálculos y redacción de la documentación técnica integrante del proyecto.
- Un Técnico de Seguridad: Con cualificación mínima de Ingeniero Técnico Industrial y Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales, se encargará de la redacción del Estudio de Seguridad y Salud para el Proyecto.
- Un Delineante Proyectista: Se encargará de la realización de los planos del proyecto.

El organigrama de trabajo que se plantea, queda reflejado en la siguiente figura:



### **6.3 CONTROL DEL DISEÑO**

A continuación se describe el proceso de control del diseño aplicado durante los trabajos correspondientes a la fase de proyecto:

### **6.3.1 Datos de partida del diseño**

Tras la solicitud de realización del trabajo por parte del cliente, se definen y analizan las especificaciones iniciales del diseño, basándose para ello en los requisitos explícitos definidos por el cliente y en aquellos otros implícitos, legales o normativos, que sean de aplicación.

Estas especificaciones iniciales se documentan en el formato correspondiente, siendo sometidas a revisión por INGENIERIAS ELECTRICAS S.L. Una vez resueltas las diferencias entre INGENIERIAS ELECTRICAS S.L y el Cliente, las especificaciones iniciales constituirán los Datos de Partida del Proyecto.

El Departamento de Proyectos lleva un control individualizado de los trabajos mediante un listado en papel o informatizado, donde se refleja, como mínimo, el código del trabajo, fechas de entrada y de finalización del trabajo.

Posteriormente el técnico encargado del proyecto abre un archivo físico y/o informático dedicado a contener la correspondiente documentación generada por ese proyecto (según se indica en la instrucción técnica correspondiente para cada tipo de proyecto, en las que además se indica el proceso a seguir).

Tanto para la definición, como para las posteriores modificaciones de los Datos de Partida se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- Características funcionales (requisitos).
- Características mecánicas, eléctricas y/o materiales.
- Requisitos de Calidad aplicables.
- Normativa a tener en cuenta, así como requisitos legales y/o reglamentarios.
- Pruebas de inspección y control reglamentario a las que se someterá el proyecto final, en su caso.

Además de los Datos de Partida, se archiva la documentación generada en la definición de las especificaciones iniciales, debidamente identificada con el número de proyecto, por si es necesaria una consulta posterior.

### **6.3.2 Planificación**

Se lleva a cabo mediante el formato correspondiente de "Plan de Proyecto", o en el formato específico del cliente.

Contempla las etapas del diseño que se van a ejecutar y el responsable de cada una de ellas, así como las Revisiones, Verificaciones y Validaciones que se considere oportuno realizar, además de las ya establecidas como norma general, y que se indican en los apartados siguientes.

El Plan de Proyecto contempla igualmente las relaciones entre el personal responsable de cada una de las partes y en qué fases, a quién y qué documentación se debe transmitir.

Durante el desarrollo del proyecto INGENIERIAS ELECTRICAS S.L verifica el cumplimiento del Plan, realizándose la puesta al día del mismo con las modificaciones exigidas por el desarrollo real de las actividades del proyecto. La actualización del Plan se lleva a cabo a medida que se finalizan las actividades previstas en el proyecto.

Un proyecto se considera finalizado cuando se han realizado satisfactoriamente todas las actividades definidas en el Plan de Proyecto, lo que queda reflejado en la última edición emitida de éste.

### **6.3.3 Revisión del diseño**

Mediante la revisión del diseño se pretende analizar el proceso de diseño para confirmar que éste se adecua con los requerimientos predefinidos de modo que se puedan corregir las deficiencias detectadas. Se establece al menos, una Revisión formal del diseño, denominada revisión inicial del diseño.

#### **Revisión inicial del diseño**

Ésta tiene lugar una vez documentados los datos de partida y constituye la primera fase dentro de la planificación del diseño. En ella se determina la trayectoria a seguir

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

durante el proceso de diseño teniendo en cuenta los datos iniciales. Para ello se estudian las diferentes alternativas en cuanto a materiales, trazados o ubicaciones, métodos de cálculo, herramientas de diseño, etc. se llega a una definición acorde con las características del proyecto.

Queda constancia de esta primera revisión con la emisión del Plan de Proyecto. En él se anotan las conclusiones más destacables y es firmado por el responsable de su aprobación.

#### Revisiones adicionales

Dentro del Plan de Proyecto se pueden programar Revisiones adicionales, en función de la complejidad de las diferentes partes del diseño, así como las personas responsables de su ejecución. En cada revisión pueden participar, además del personal encargado del diseño, cualquier persona de la organización, o incluso clientes o subcontratistas, que ayuden a detectar problemas que pudieran haberse pasado por alto. En cada Revisión se repasan sistemáticamente los resultados obtenidos en la parte de diseño que se esté revisando, en cuanto a especificaciones de materiales, planos, condiciones de fabricación e inspección, etc., y su interrelación con las otras fases, comprobando que son los adecuados para el cumplimiento de los Datos de Partida.

Un resultado no satisfactorio de una Revisión implica un cambio de aquellos parámetros de diseño que no sean los adecuados, y la realización de una nueva Revisión después de introducidos los cambios.

De todas estas revisiones se guarda registro en el Plan de Proyecto o en el formato específico del cliente.

#### **6.3.4 Datos finales del diseño**

Los resultados de cada una de las actividades planificadas pasan a constituir los Datos Finales del Diseño, para ser objeto de Verificación/es y Validación/es. Para poder efectuar estas últimas de una forma correcta, los Datos Finales reflejan claramente las características del proyecto que se ha diseñado.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

Estos datos finales originados por cada actividad planificada dentro del diseño se relacionan en el apartado de observaciones del plan de proyecto. En él se hace constar la identificación y estado de edición de la documentación referenciada.

- Algunos de los datos finales que pueden presentarse son: - Especificaciones Técnicas de los componentes a utilizar. - Planos de construcción. Detalles constructivos.
- Ensayos a realizar, en su caso, y criterios de aceptación y rechazo. - Características críticas.
- Especificaciones del proceso de construcción.
- Documentación de uso, instalación y mantenimiento.
- Requisitos de Validación para el uso a que sea destinado.

#### **6.3.5 Verificación del Diseño**

La verificación del diseño tiene por objeto comprobar que los Datos Finales del Diseño cumplen los requisitos definidos en los Datos de Iniciales.

Se establece, al menos, una Verificación del diseño, una vez obtenidos los Datos Finales al concluir todas las etapas del diseño (a excepción de la Validación). En esta Verificación se revisa y aprueba toda la documentación del proyecto antes de proceder a su difusión. Independientemente, en el Plan del Proyecto pueden establecerse Verificaciones adicionales, según se estime conveniente, que pueden consistir en lo siguiente:

- realización de cálculos alternativos
- comparación del nuevo diseño con otros anteriores - realización de pruebas y/o ensayos.

Los resultados de las verificaciones quedan documentados e incorporados a la documentación del proyecto en el Informe de Verificación / Validación del Diseño o en el formato específico del cliente.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

Una Verificación no satisfactoria implica realizar cambios en el diseño, y por tanto en los Datos Finales del mismo, por lo que se realiza una nueva Verificación después de realizados los cambios.

#### **6.3.6 Validación del diseño**

La Validación es la última etapa del diseño y consiste en la confirmación de que el producto resultante es adecuado al uso previsto.

En función de los trabajos contratados por el cliente a INGENIERAS ELECTRICAS S.L, se establecen los siguientes criterios de validación en función de cada caso:

##### Proyectos en los que INGENIERIAS ELECTRICAS S.L interviene durante la ejecución

En estos casos, la validación se realiza una vez ejecutado el proyecto, comprobando el correcto funcionamiento de la instalación puesta en marcha.

##### Proyectos en los que INGENIERIAS ELECTRICAS S.L no interviene durante la ejecución

En estos casos, no es posible la comprobación por parte de INGENIERIAS ELECTRICAS S.L de la adecuación al uso de la instalación diseñada ya que, una vez entregado el trabajo, el cliente no permite en general el acceso a la información relacionada con el proyecto ejecutado.

Siempre que no sea posible realizar un seguimiento de la evolución del diseño más allá de la simple entrega, en el momento de dicha entrega del trabajo al cliente, el Responsable del Departamento afectado realiza una validación del diseño comprobando que es adecuado al uso que el cliente quiere darle, registrándola en el mismo informe que en el caso anterior.

Cualquier incidencia o comunicación (recibo de conformidad, visitas de INGENIERIAS ELÉCTRICAS S.L al cliente, consultas telefónicas, etc.) realizada con el cliente posteriormente a la entrega en este caso, se registra en el Informe donde ha quedado constancia de la validación por el Responsable del Departamento afectado.

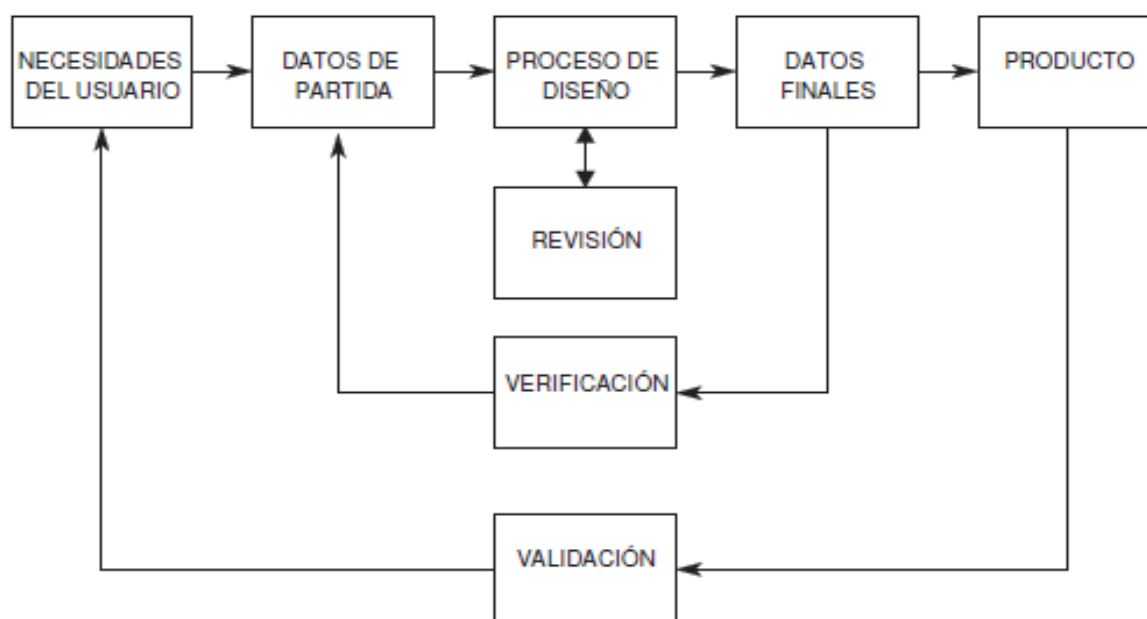
Memoria

Una validación no satisfactoria implica realizar cambios en el diseño y, por tanto, en los Datos Finales del mismo, por lo que se realiza una nueva Verificación y Validación después de realizados los cambios.

### 6.3.7 Cambios en el diseño

La modificación a efectuar se documenta en el formato "Datos Iniciales del Proyecto", describiendo la naturaleza de los cambios propuestos y sus motivos, y constituye los datos de partida para los cambios en el diseño.

Una vez definidos los cambios y en función de su complejidad, se adapta el Plan de Proyecto a las nuevas condiciones, programando las actividades necesarias y asignando al personal cualificado para su realización.



Asimismo, se planifican las Revisiones, Verificaciones y Validaciones de los mismos, documentando estas circunstancias en el Plan de Proyecto correspondiente.

#### **6.4 ETAPAS DE CONTROL DEL DISEÑO**

La documentación entregada por el Cliente como parte de su alcance será revisada por INGENIERIAS ELECTRICAS S.L. Durante el curso del proyecto INGENIERIAS ELECTRICAS S.L podrá:

- Proponer actualizar dichos documentos cuando sea necesario.
- Garantizar su compatibilidad con la ingeniería desarrollada por el Cliente como parte de su alcance en el proyecto.
- Garantizar el cumplimiento de la legislación local en el desarrollo del proyecto.

#### **6.5 CONTROL DE LA DOCUMENTACIÓN**

Todos los documentos de diseño son objeto de control de la documentación de acuerdo a lo establecido en el Procedimiento de "Control de la Documentación y de los Datos".

Los borradores de trabajo que sirven como datos de partida para la realización de los documentos intermedios se identifican mediante la inscripción "BORRADOR", al objeto de evitar que dichos documentos se utilicen con carácter ejecutivo.

Los documentos definitivos de diseño permanecen controlados y no pueden difundirse hasta haber sido revisados y aprobados.

Todos los documentos generados en soporte papel por un proyecto se archivan en carpetas o archivadores identificados al menos con el número de proyecto.

El archivo de la documentación en soporte informático se realiza en los directorios abiertos a tal efecto y cuya estructura se indica en las Instrucciones de Trabajo que describen cada tipo de Proyecto.

#### **6.6 COMUNICACIONES**

En la tabla siguiente se resumen los tipos de comunicaciones entre el personal de INGENIERIAS ELECTRICAS S.L y el Cliente:

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

TIPO	MODO DE REALIZARSE	REGISTROS
Intercambio información operativa	Pautas de trabajo	Los establecidos por el SGC
	Verbal	No
	E-mail	No
Información general	Tablón de anuncios	No
	Verbal	No
	Reuniones	Acta de la reunión (si procede)

Durante el desarrollo de las diferentes actividades, se informará periódicamente al Cliente el seguimiento de la Planificación del Proyecto.

### 6.7 **NO CONFORMIDADES**

La detección de una No Conformidad durante una Revisión del proyecto u originada por una queja del cliente implica la apertura de un Informe de No Conformidad en el que se define un Plan de acciones y responsables de su seguimiento.

Entre las acciones definidas en el Informe de NC, puede proponerse un cambio de aquellos parámetros de diseño que no sean los adecuados, y la realización de una nueva Revisión después de introducidos los cambios.

De manera general, ante la detección de una No Conformidad en cualquiera de los diferentes departamentos de la empresa, se procede a la apertura de un informe.

Éste se realiza en el formato de "Informe de No Conformidad" que contiene al menos los siguientes datos:

- N° de Informe de No Conformidad.
- Fecha de apertura del Informe de No Conformidad.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

- Indicación de si se trata de una desviación real o potencial.
- Donde se ha detectado la desviación (recepción, proceso/inspección final, en una devolución o reclamación del cliente, en auditoría,...).
- Descripción de la incidencia y causa que la ha originado si es conocida.
- Nombre y firma del Responsable de Departamento estableciendo la acción inmediata.
- Nombre del responsable de efectuar las acciones para eliminar la desviación.

Las partes restantes del informe de No Conformidad se cumplimentan cuando es precisa la ejecución de acciones a largo plazo para evitar la repetición de la no conformidad o la aparición de la misma.

La aplicación de acciones correctivas es determinada a partir de las desviaciones recogidas en los Informes de No Conformidad, abiertos con motivo de cualquier actividad desarrollada en INGENIERIAS ELECTRICAS S.L y que por su gravedad, importancia o repetición requieren de la aplicación de acciones que eviten su repetición.

Las acciones acordadas se registran en el formato de Informe de No Conformidad abierto, indicando cuáles son éstas así como los responsables de su ejecución y fechas límite de cumplimiento.

Se efectúa un seguimiento de las acciones correctivas, de tal forma que se refleja la sucesión de acontecimientos, con las fechas y nombres de los implicados, que han determinado el éxito o fracaso de las acciones pudiendo anexar al informe todas aquellas pruebas o registros que considere oportunos para la justificación de los hechos o bien trazarlos documentalmente.

Si en el plazo de ejecución de una acción correctiva, ésta no se ha llevado a cabo, puede ampliarse el plazo de ejecución de la misma indicando esto en el propio informe de acciones correctivas. Esta ampliación puede efectuarse hasta en dos ocasiones.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

A partir de este momento, si el resultado de las acciones continúa siendo insatisfactorio se informa a Dirección en el transcurso de la siguiente reunión de calidad para que decida en consecuencia si conviene abrir un nuevo informe de No Conformidad y reconsiderar las acciones, cerrar la no conformidad definitivamente o aplazarla por un tiempo dado, momento a partir del cual se retomaría el seguimiento de acciones. En cualquier caso, la decisión tomada se refleja en el apartado de cierre de acciones del Informe de No Conformidad.

Cuando se produce una reclamación de cliente, a causa de productos/servicios no satisfactorios, retrasos en la entrega, etc. INGENIERIAS ELECTRICAS S.L comprueba si la reclamación es procedente o no.

Se procede a su análisis para determinar el motivo de la misma y la acción inmediata a realizar. Su resultado se documenta en el Informe de No Conformidad correspondiente en los apartados de Incidencia y Acción Inmediata.

Una vez realizado el análisis se informa al Cliente de los resultados obtenidos.

## **7 FASE DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

### **7.1 CONDICIONES EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Las obras de construcción de las infraestructuras se llevarán a cabo con sujeción al proyecto y sus modificaciones autorizadas por el director de obra previa conformidad del promotor, a la legislación aplicable y a las normas de la buena práctica constructiva.

Durante la construcción de la obra se elaborará la documentación reglamentariamente exigible. En ella se incluirá, sin perjuicio de lo que establezcan

otras Administraciones Públicas competentes, la documentación del control de calidad realizado a lo largo de la obra. En el punto 7.2 se detalla, con carácter indicativo, el contenido de la documentación del seguimiento de la ejecución de la obra.

Cuando en el desarrollo de las obras intervengan diversos técnicos para dirigir las obras de proyectos parciales, lo harán bajo la coordinación del director de obra.

Durante la construcción de las obras el director de obra y el director de la ejecución de la obra realizarán, según sus respectivas competencias, los controles siguientes:

#### **7.1.1 Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas**

El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá:

##### **7.1.1.1 CONTROL DE LA DOCUMENTACIÓN DE LOS SUMINISTROS**

Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y
- Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

##### **7.1.1.2 CONTROL DE RECEPCIÓN MEDIANTE DISTINTIVOS DE CALIDAD Y EVALUACIONES DE IDONEIDAD TÉCNICA**

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

#### 7.1.1.3 CONTROL DE RECEPCIÓN MEDIANTE ENSAYOS

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del documento puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

#### 7.1.2 Control de ejecución de la obra

Durante la construcción, el director de la ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa. En la recepción de la obra ejecutada pueden tenerse en cuenta las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen, así como las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de las instalaciones.

Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores.

### **7.1.3 Control de la obra terminada**

En la obra terminada, bien sobre las infraestructuras en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

## **7.2 DOCUMENTACIÓN DEL SEGUIMIENTO DE LA OBRA**

Con carácter indicativo y sin perjuicio de lo que establezcan otras Administraciones Públicas competentes, el contenido de la documentación del seguimiento de la ejecución de la obra, tanto la exigida reglamentariamente, como la documentación del control realizado a lo largo de la obra es el siguiente:

### **7.2.1 Documentación obligatoria del seguimiento de la obra**

Las instalaciones proyectadas dispondrán de una documentación de seguimiento que se compondrá, al menos, de:

- El Libro de Órdenes y Asistencias de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/19 71, de 11 de marzo.
- El Libro de Incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 162 7/199 7, de 24 de octubre.
- El proyecto, sus anejos y modificaciones debidamente autorizados por el director de obra.
- La licencia de obras, la apertura del centro de trabajo y, en su caso, otras autorizaciones administrativas; y
- El certificado final de la obra de acuerdo con el Decreto 462/19 71, de 11 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.

## LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

### Memoria

En el Libro de Órdenes y Asistencias el director de obra y el director de la ejecución de la obra consignarán las instrucciones propias de sus respectivas funciones y obligaciones.

El Libro de Incidencias se desarrollará conforme a la legislación específica de seguridad y salud. Tendrán acceso al mismo los agentes que dicha legislación determina.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento será depositada por el director de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su conservación y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

#### **7.2.2 Documentación del control de la obra**

- El control de calidad de las obras realizado incluirá el control de recepción de productos, los controles de la ejecución y de la obra terminada. Para ello:
- El director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.
- El constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda.
- La documentación de calidad preparada por el constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autoriza el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el director de la ejecución de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten su interés legítimo.

### **7.2.3 Certificado final de obra**

En el certificado final de obra, el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo construido de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de la buena construcción.

El director de la obra certificará que la construcción ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra, haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia.
- Relación de los controles realizados durante la ejecución de la obra y sus resultados.

## **8 CONDICIONES Y MEDIDAS PARA LA OBTENCIÓN DE CALIDADES DE LOS MATERIALES Y DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS**

Las empresas adjudicatarias de las obras proyectadas redactarán un Plan de Control de Calidad para las mismas que deberá de cumplir con lo indicado en el Pliego de Condiciones incluido en el Proyecto de Ejecución. En dicho plan se incluirán los puntos de control de la ejecución y notificación, inspecciones en la recepción de los materiales y sus componentes e inspecciones durante la fabricación/construcción, así como inspecciones finales y ensayos.

# **PROYECTO DE EJECUCIÓN**

**LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN 45 KV  
S.E.T. “ZUERA OESTE” – S.E.T. “SAN MATEO”**

**EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ZUERA Y  
SAN MATEO DE GÁLLEGO (PROVINCIA DE ZARAGOZA)**

## **DOCUMENTO Nº2: PLANOS**



**Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza**

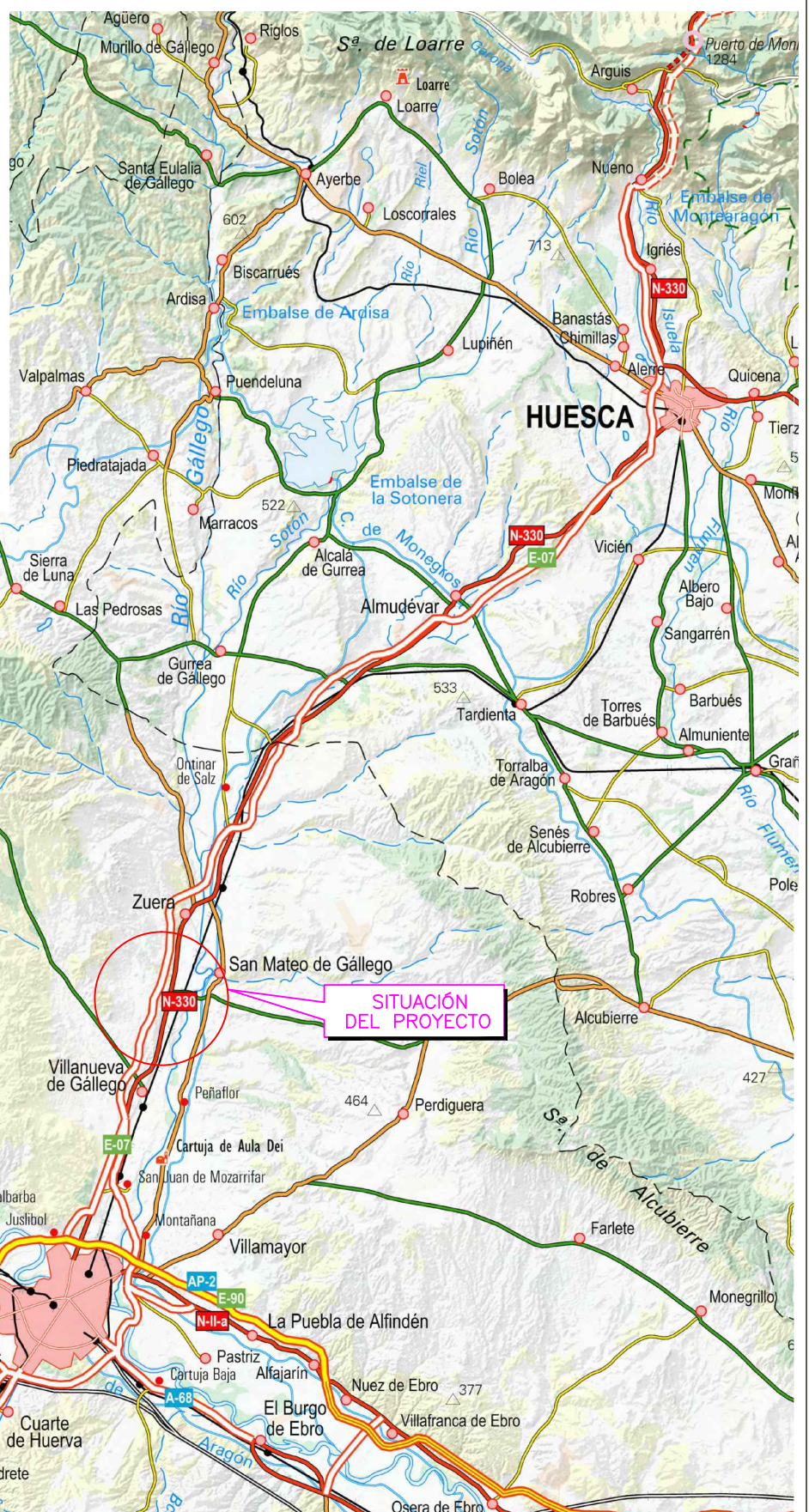
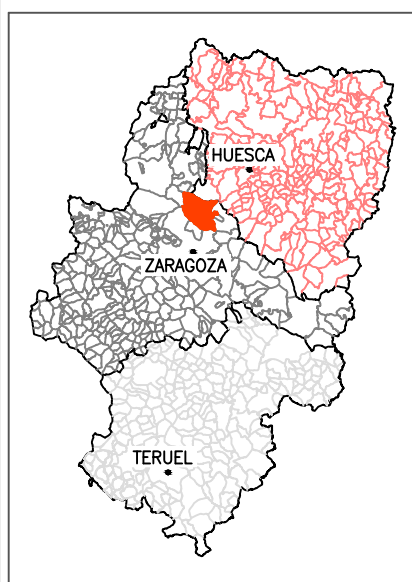
AUTOR: Carlos Guzmán Vera  
DIRECTOR: Antonio Montañes  
ESPECIALIDAD: I.T.I Electricidad  
CONVOCATORIA: Junio 2014

LINEA AÉREA 45 kV " Zuera Oeste – San Mateo"

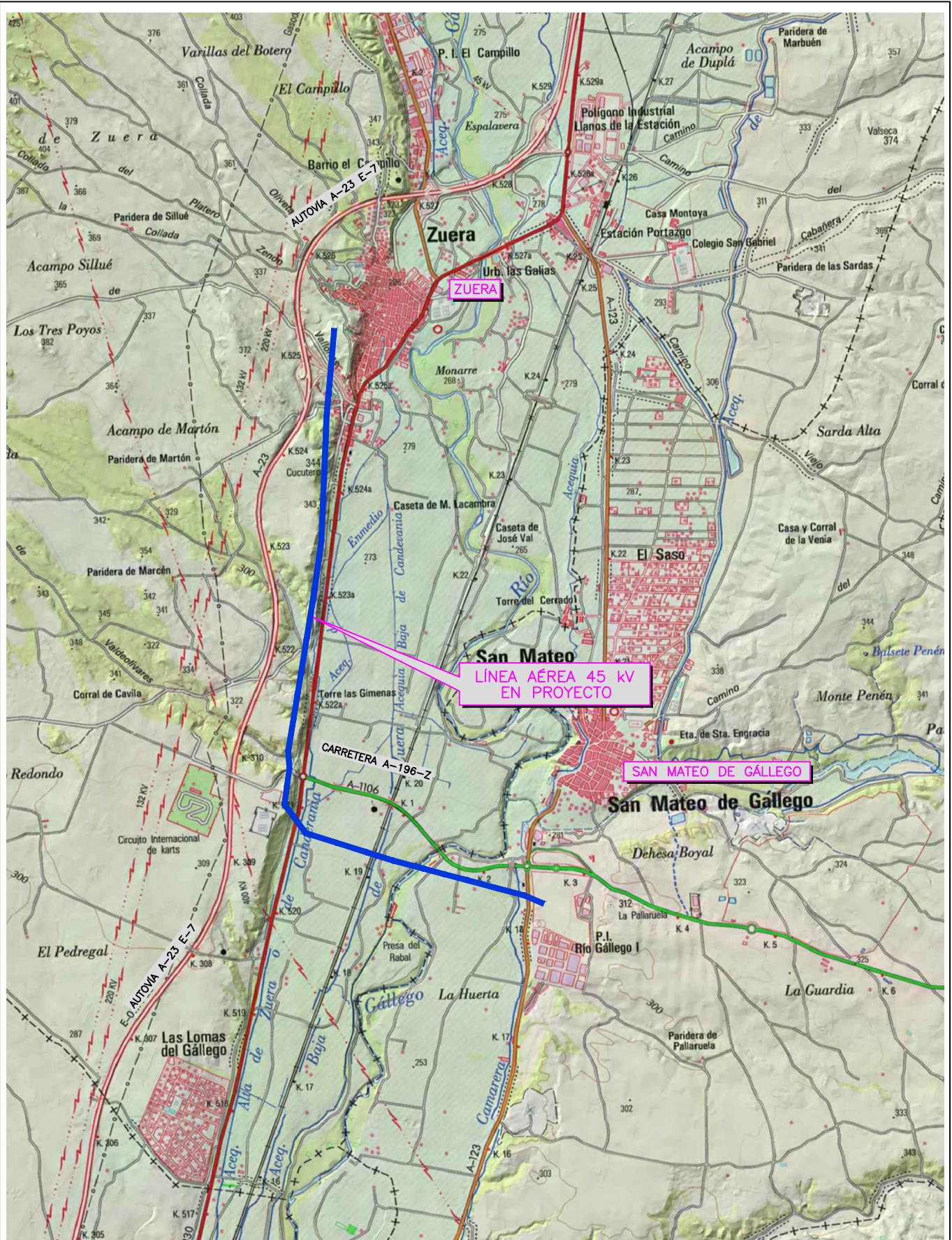
Memoria

**ÍNDICE DOCUMENTO Nº 2 - PLANOS**

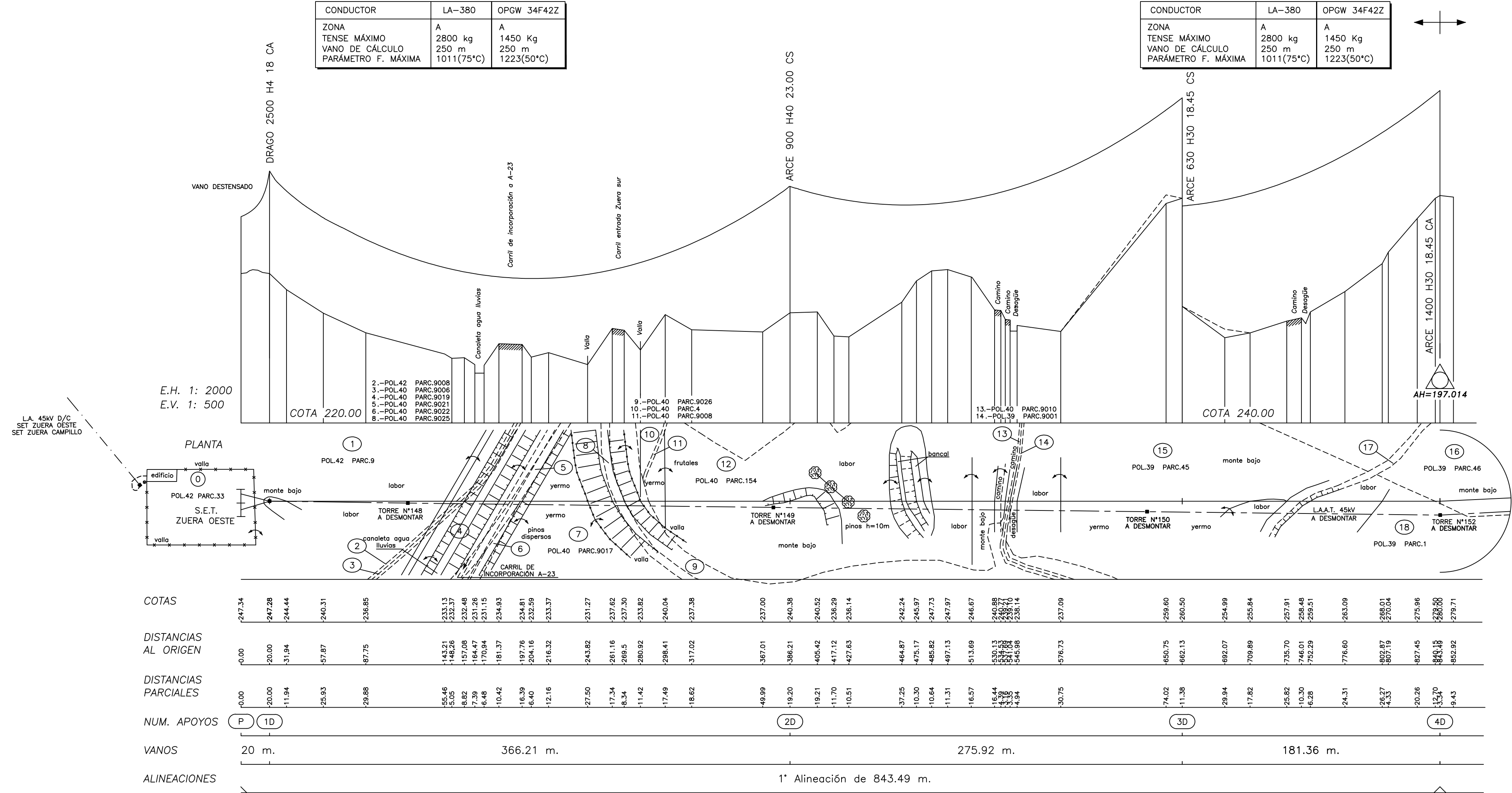
- 1 SITUACIÓN
- 2 EMPLAZAMIENTO
- 3 PLANTA – PERFIL
- 4 CRUZAMIENTOS
  - 4.1 CON LINEAS TELEFÓNICAS
  - 4.2 CON RÍOS
  - 4.3 CON LÍNEAS ELÉCTRICAS
  - 4.4 CON CARRETERAS Y AUTOVÍAS
  - 4.5 CON INF. FERROVIARIAS
- 5 APOYOS TIPO
  - 5.1 SERIE DRAGO
  - 5.2 SERIE ARCE
  - 5.3 SERIE OLMO
- 6 CADENAS DE AISLAMIENTO CONDUCTOR
  - 6.1 AMARRE
  - 6.2 SUSPENSIÓN
- 7 CADENAS Y HERRAJES CABLE DE TIERRA OPGW
  - 7.1 AMARRE BAJANTE
  - 7.2 AMARRE PASANTE
  - 7.3 SUSPENSIÓN
- 8 PUESTAS A TIERRA
  - 8.1.- CIMENTACIÓN MONOBLOQUE CON ELECTRODO DE DIFUSION
  - 8.2.- CIMENTACIÓN MONOBLOQUE CON ANILLO DE DIFUSION
- 9 PLACA DE SEÑALIZACION 45 kV

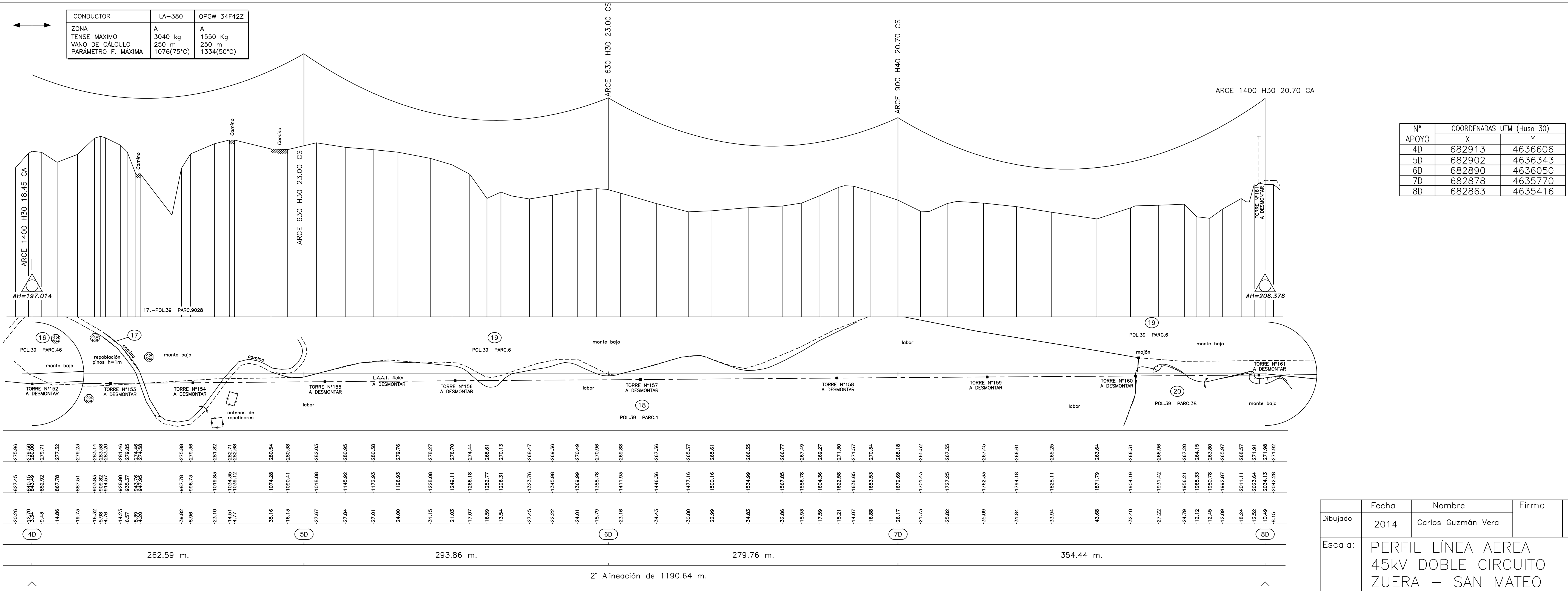


	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA	
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera			
Escala:	SITUACION LINEA AÉREA 45kV DOBLE CIRCUITO ZUERA — SAN MATEO			Plano: 1	
				Hoja: 1	
				Especialidad: ELECTRICIDAD	



	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera		
Escala:	EMPLAZAMIENTO L.A.T 45kV DOBLE CIRCUITO ZUERA — SAN MATEO			Plano: 2
				Hoja: 1
				Especialidad: ELECTRICIDAD

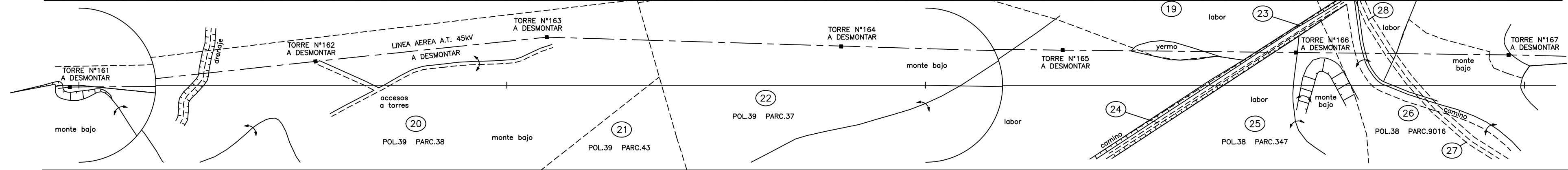
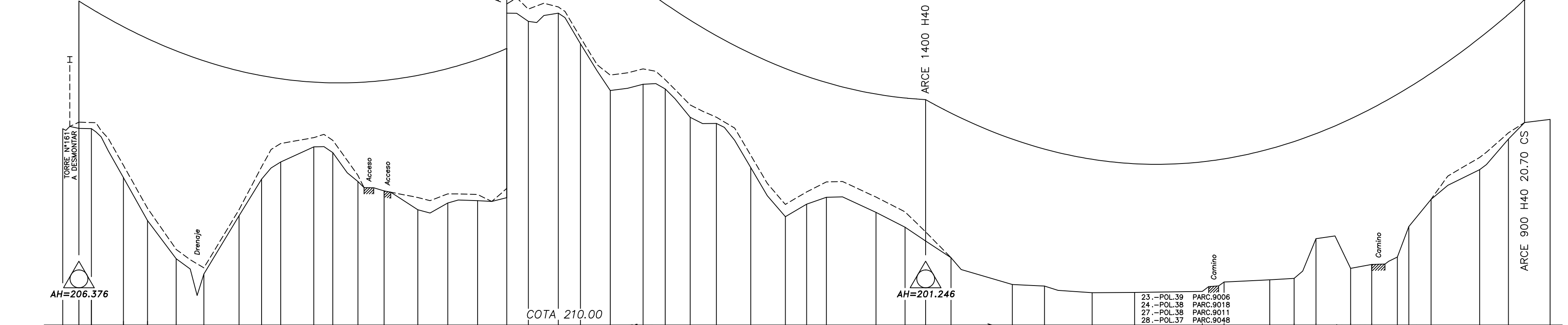




N° APOYO	COORDENADAS UTM (Huso 30)	
	X	Y
4D	682913	4636606
5D	682902	4636343
6D	682890	4636050
7D	682878	4635770
8D	682863	4635416

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA	
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera			
Escala:	PERFIL LÍNEA AEREA 45kV DOBLE CIRCUITO ZUERA – SAN MATEO			Plano:	3
				Hoja:	2
				Especialidad:	ELECTRICIDAD

ARCE 1400 H30 20.70 CA



-271.91	-2023.64	-12.52	278.23 m.
-271.98	-2034.13	-10.49	
-271.92	-2042.28	-8.15	
-263.97	-2063.09	-20.81	
-256.99	-2078.74	-15.65	
-250.79	-2097.42	-18.68	
-248.30	-2115.43	-18.02	
-257.77	-2138.33	-22.90	
-263.72	-2152.90	-14.57	
-266.51	-2165.39	-12.49	
-266.97	-2186.90	-21.51	
-266.03	-2199.26	-12.35	
-263.33	-2215.57	-16.31	
-261.81	-2232.59	-17.02	
-258.73	-2254.53	-21.94	
-259.83	-2274.01	-18.48	
-260.22	-2293.39	-19.38	
-260.71	-2312.36	-18.98	
-259.36	-2326.42	-14.05	
-260.71	-2345.90	-19.48	
-255.72	-2360.33	-14.43	
-248.13	-2379.64	-19.32	
-249.15	-2401.04	-21.40	
-248.39	-2415.37	-14.33	
-243.77	-2431.70	-16.33	
-242.78	-2448.70	-17.00	
-235.60	-2471.04	-22.34	
-227.61	-2493.53	-22.49	
-229.64	-2507.38	-13.85	
-230.77	-2520.23	-12.85	
-228.31	-2552.45	-32.22	
-225.91	-2571.36	-18.90	
-223.65	-2584.70	-13.35	
-220.95	-2601.25	-16.55	
-216.58	-2641.13	-39.88	
-216.33	-2662.04	-20.91	
-215.25	-2683.01	-30.97	
-215.29	-2720.61	-27.59	
-215.47	-2764.63	-44.03	
-216.99	-2778.79	-14.16	
-217.36	-2808.52	-29.72	
-217.58	-2824.38	-15.86	
-224.03	-2838.59	-14.21	
-219.22	-2861.10	-22.51	
-219.85	-2874.80	-13.71	
-221.06	-2891.53	-16.72	
-226.01	-2898.91	-7.36	
-230.43	-2913.38	-14.47	
-235.25	-2945.00	-31.63	
-240.24	-2963.69	-18.69	
-243.42	-2990.80	-27.10	

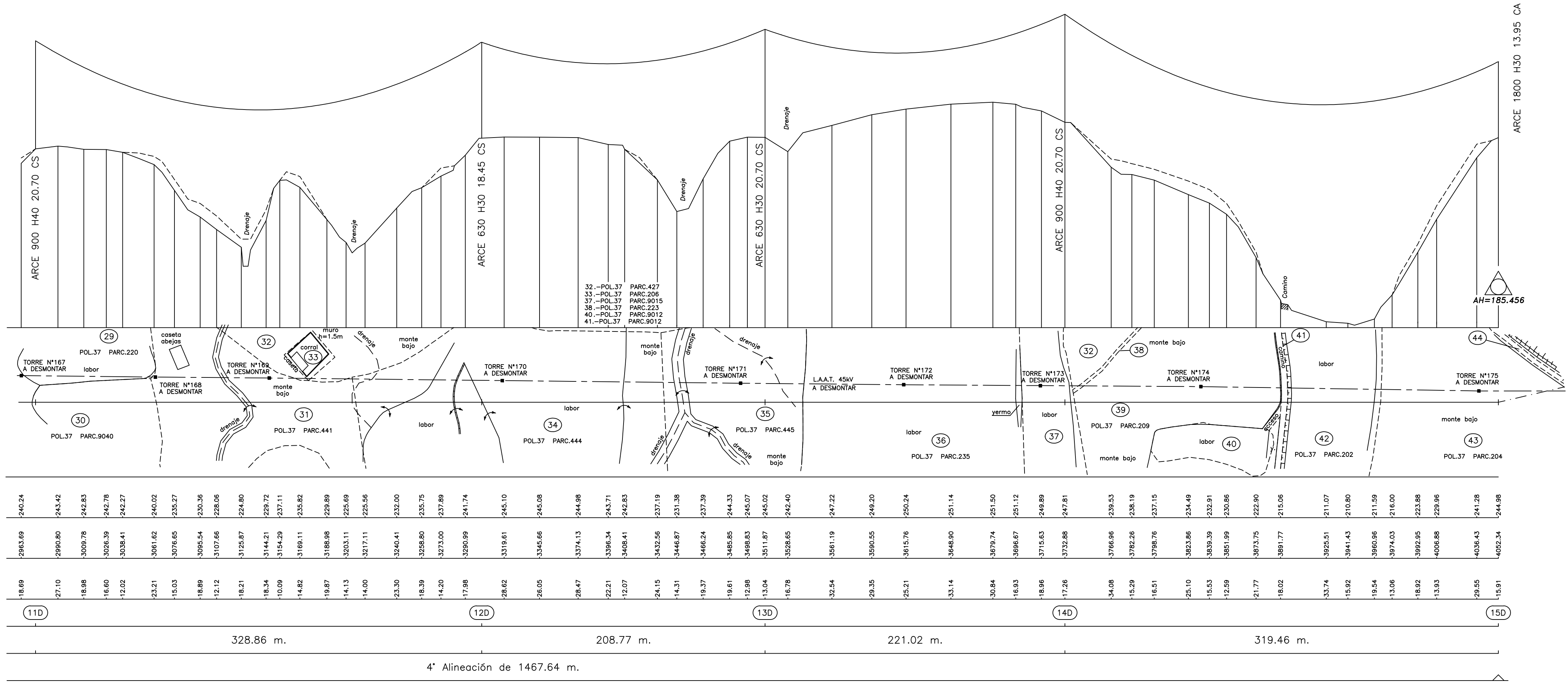
3° Alineación de 550.57 m.

4° Alineación de 1467.64 m.

N° APOYO	COORDENADAS UTM (Huso 30)	
	X	Y
8D	682863	4635416
9D	682824	4635141
10D	682785	4634871
11D	682723	4634487

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera		
Escala:	PERFIL LÍNEA AEREA 45kV DOBLE CIRCUITO ZUERA – SAN MATEO			Plano: 3
				Hoja: 3
				Especialidad: ELECTRICIDAD

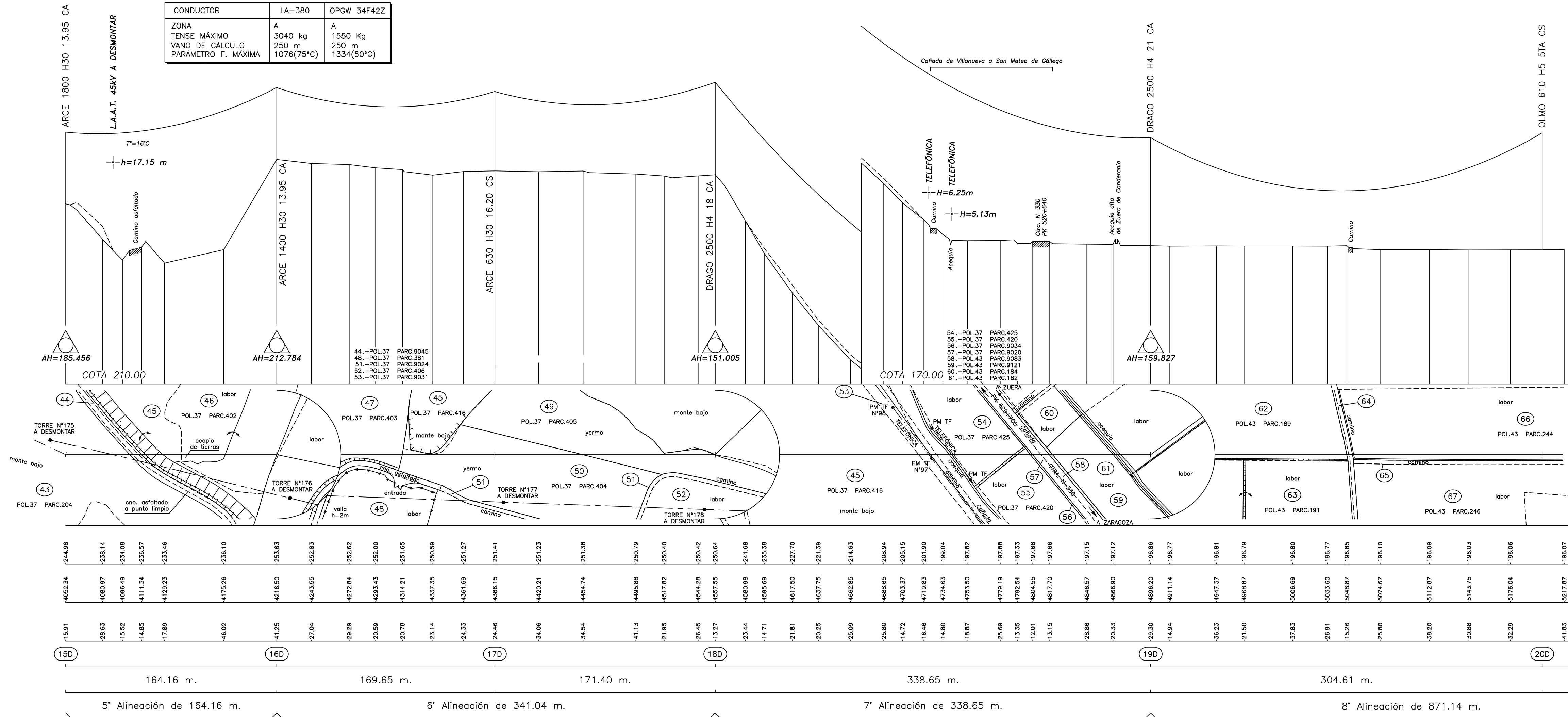
CONDUCTOR	LA-380	OPGW 34F42Z
ZONA	A	A
TENSE MÁXIMO	3040 kg	1550 Kg
VANO DE CÁLCULO	250 m	250 m
PARÁMETRO F. MÁXIMA	1076(75°C)	1334(50°C)



N° APOYO	COORDENADAS UTM (Huso 30)	
	X	Y
11D	682723	4634487
12D	682670	4634162
13D	682636	4633956
14D	682601	4633738
15D	682549	4633423

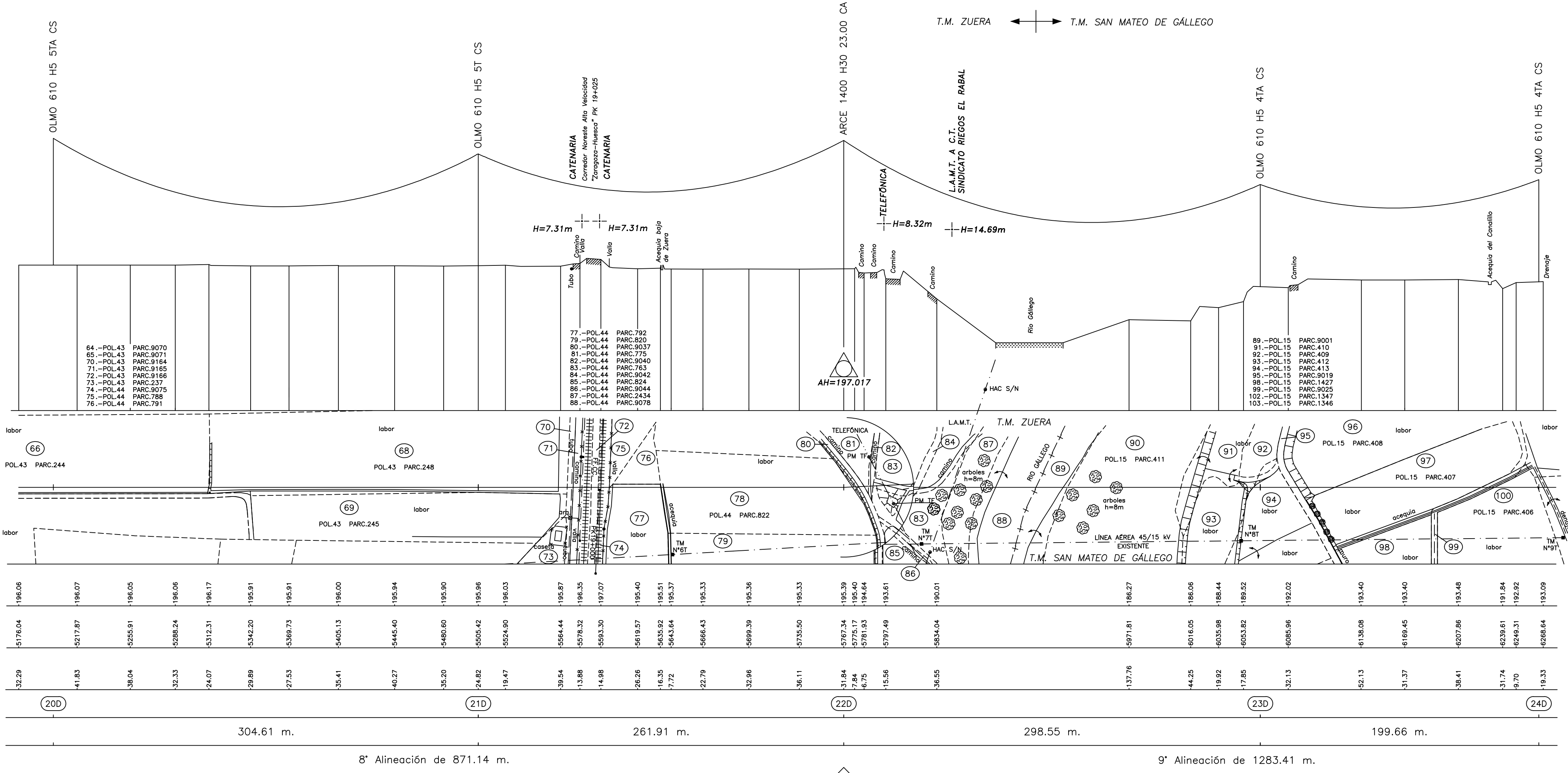
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA	
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera			
Escala:	PERFIL LÍNEA AEREA 45kV DOBLE CIRCUITO ZUERA – SAN MATEO			Plano:	3
				Hoja:	4
				Especialidad:	ELECTRICIDAD

CONDUCTOR	LA-380	OPGW 34F42Z
ZONA	A	A
TENSE MÁXIMO	3040 kg	1550 Kg
VANO DE CÁLCULO	250 m	250 m
PARÁMETRO F. MÁXIMA	1076(75°C)	1334(50°C)



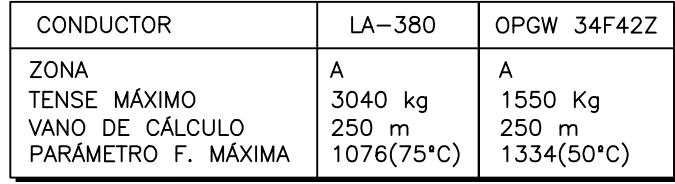
N° APOYO	COORDENADAS UTM (Huso 30)	
	X	Y
15D	682549	4633423
16D	682560	4633259
17D	682537	4633091
18D	682514	4632921
19D	682715	4632648
20D	683006	4632557

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera		
Escala:	PERFIL LÍNEA AEREA 45kV DOBLE CIRCUITO ZUERA — SAN MATEO			Plano: 3
				Hoja: 5
				Especialidad: ELECTRICIDAD



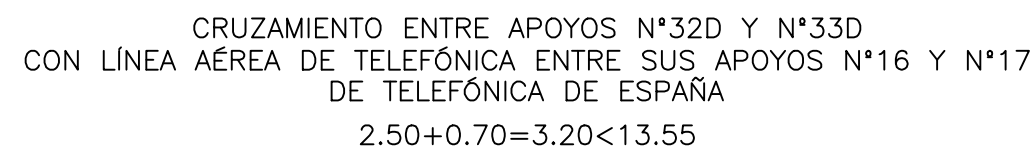
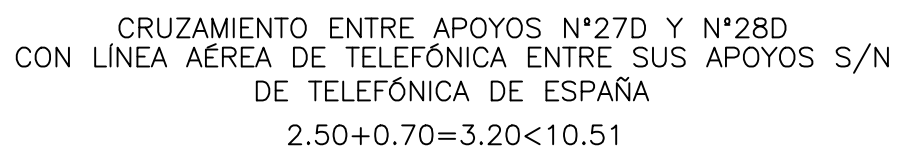
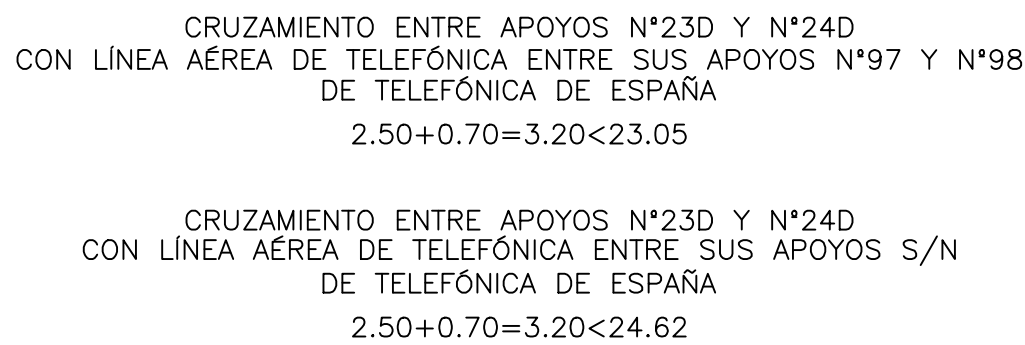
Nº APOYO	COORDENADAS UTM (Huso 30)	
	X	Y
20D	683006	4632557
21D	683296	4632465
22D	683546	4632386
23D	683834	4632310
24D	684027	4632259

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera		
Escala:	PERFIL LÍNEA AEREA 45kV DOBLE CIRCUITO ZUERA – SAN MATEO			Plano: 3
				Hoja: 6
				Especialidad: ELECTRICIDAD



N°	COORDENADAS UTM (Huso 30)	
APOYO	X	Y
24D	684027	4632259
25D	684234	4632204
26D	684525	4632127
27D	684787	4632058
28D	684968	4631979
P	684987	4631971

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA	
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera			
Escala:	PERFIL LÍNEA AEREA 45kV DOBLE CIRCUITO ZUERA – SAN MATEO			Plano:	3
				Hoja:	7
				Especialidad:	ELECTRICIDAD

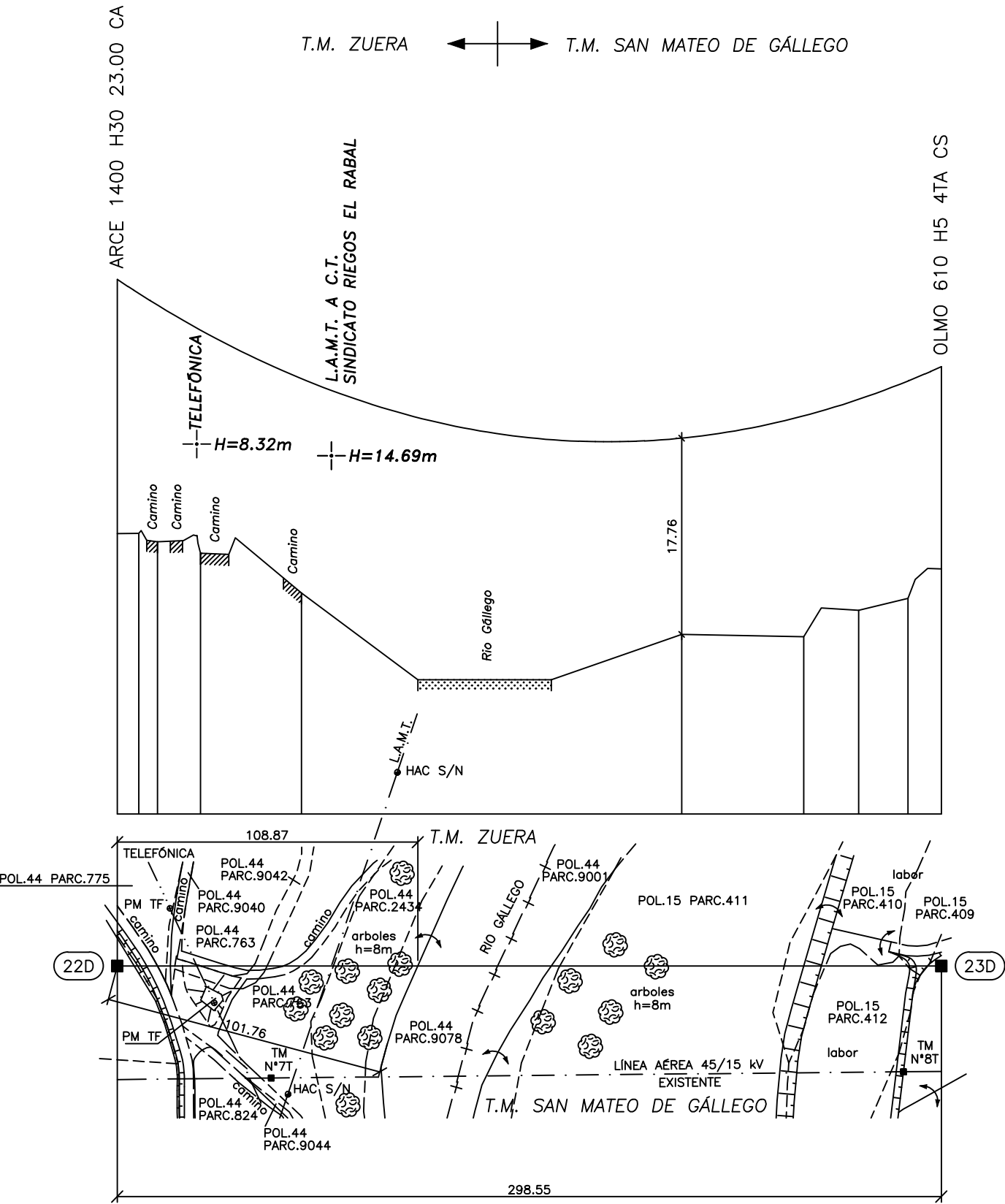


Horizontal=1:2000		
Vertical=1:500		
N° APOYO	COORDENADAS UTM (Huso 30)	
	X	Y
18D	682514	4632921
19D	682715	4632648
22D	683546	4632386
23D	683834	4632310
27D	684787	4632058
28D	684968	4631979

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera		
Escala:	CRUZAMIENTOS CON LÍNEAS TELEFÓNICAS			Plano: 4
				Hoja: 1
				Especialidad: ELECTRICIDAD

CRUZAMIENTO ENTRE APOYOS N°27D Y N°28D  
CON RIO GÁLLEGO  
DE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO  
 $4.70+2.30+0.60=7.60<17.76$

Horizontal=1:2000  
Vertical=1:500

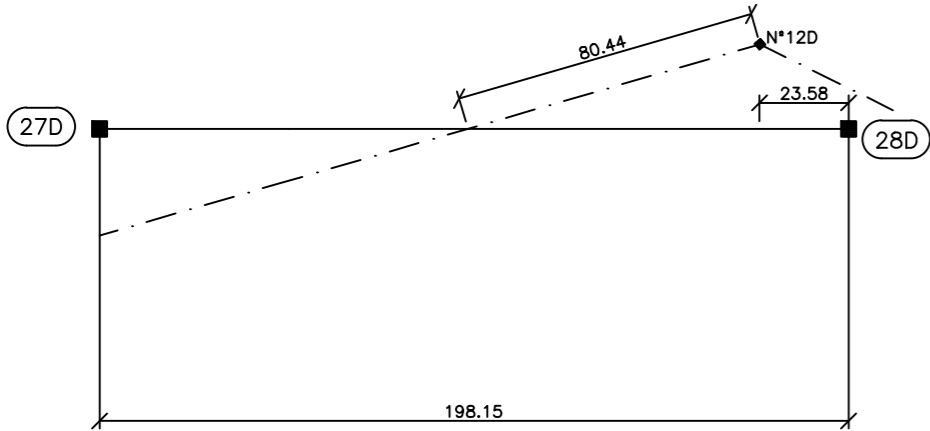
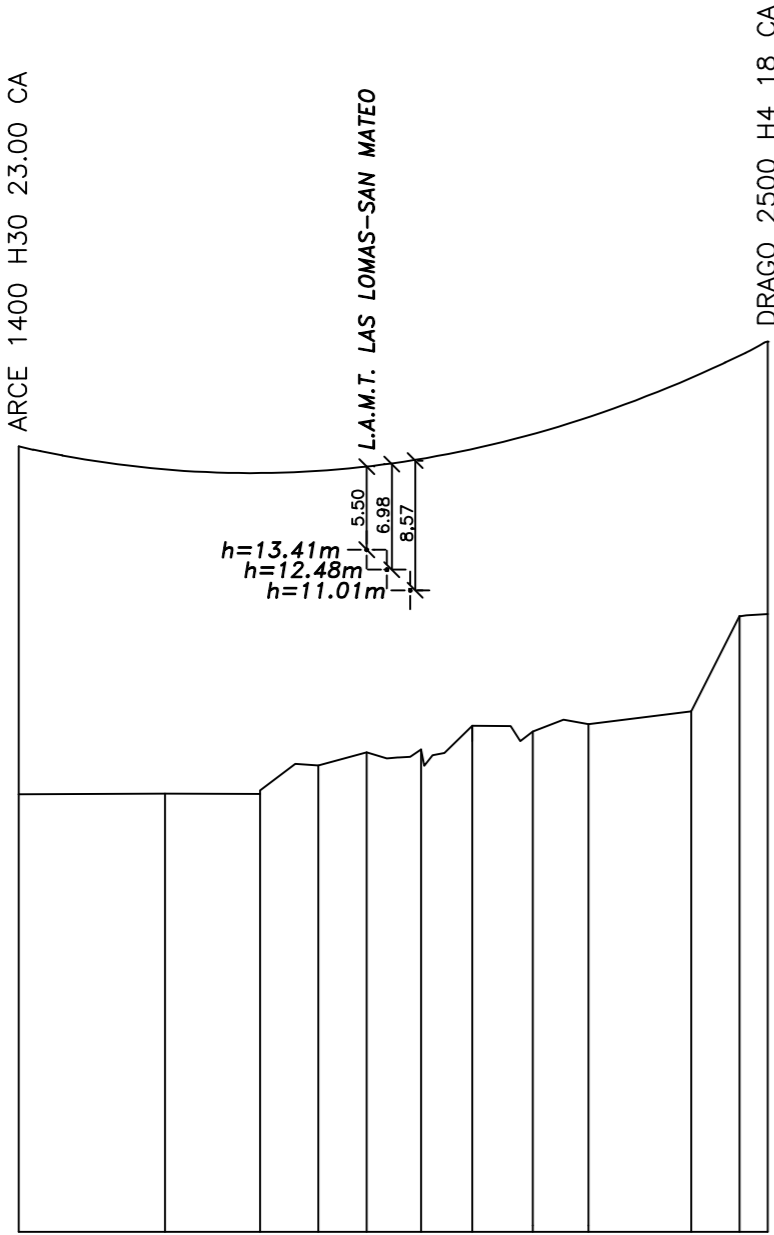


Nº APOYO	COORDENADAS UTM (Huso 30)	
	X	Y
22D	683546	4632386
23D	683834	4632310

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera		
Escala:	CRUZAMIENTOS CON RIOS			Plano: 4
				Hoja: 2
				Especialidad: ELECTRICIDAD

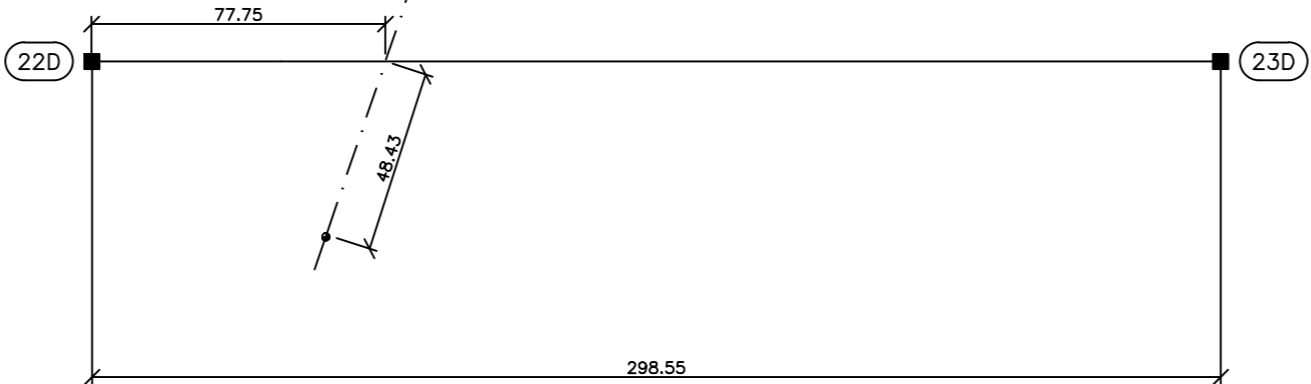
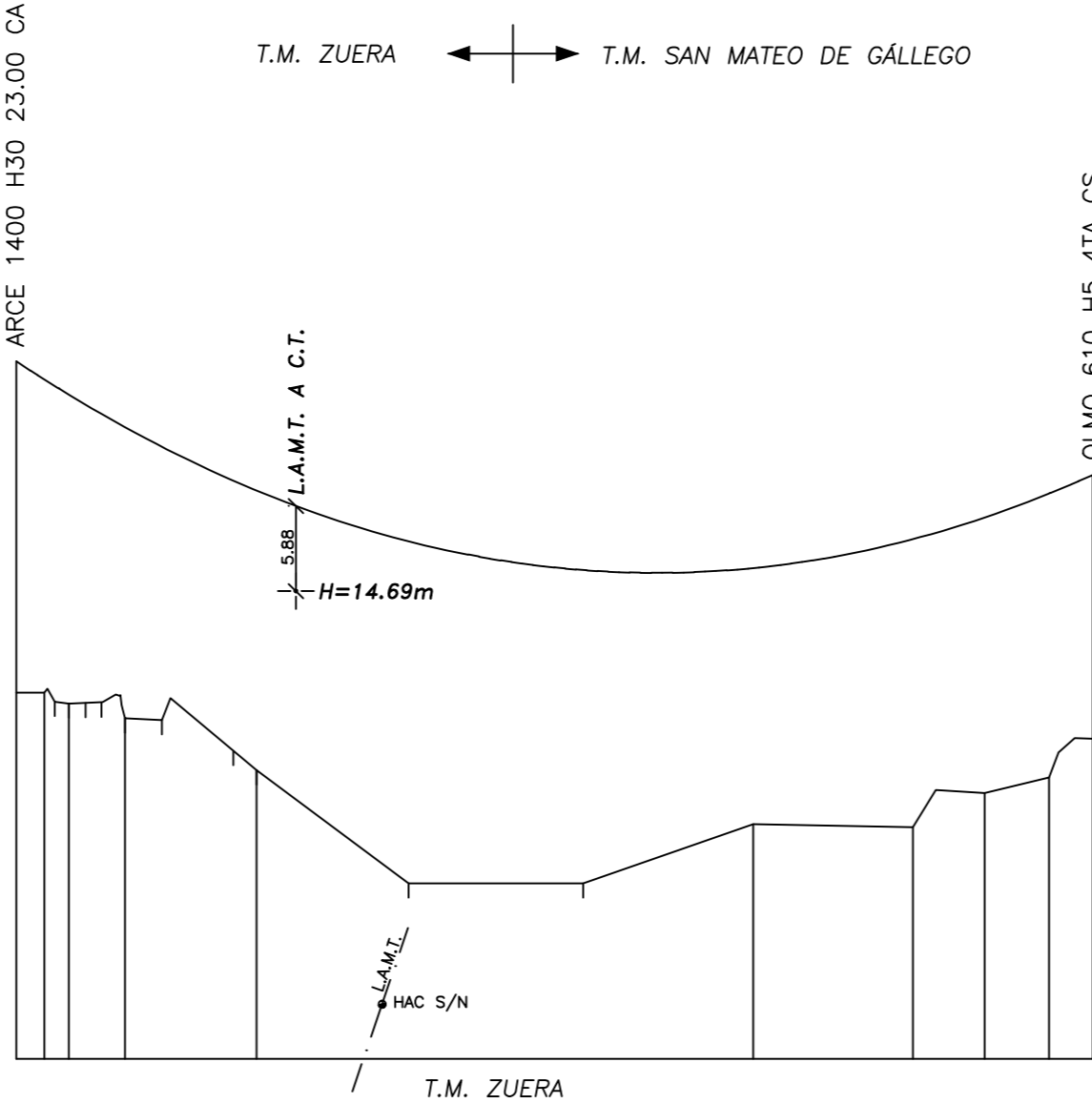
CRUZAMIENTO ENTRE APOYOS N°27D Y N°28D  
CON L.A.M.T DE ENDESA ENTRE SUS APOYOS N°13T Y N°12D

2<5.50  
2<6.98  
2<8.57



CRUZAMIENTO ENTRE APOYOS N°22D Y N°23D  
CON L.A.M.T A CT

2<5.88

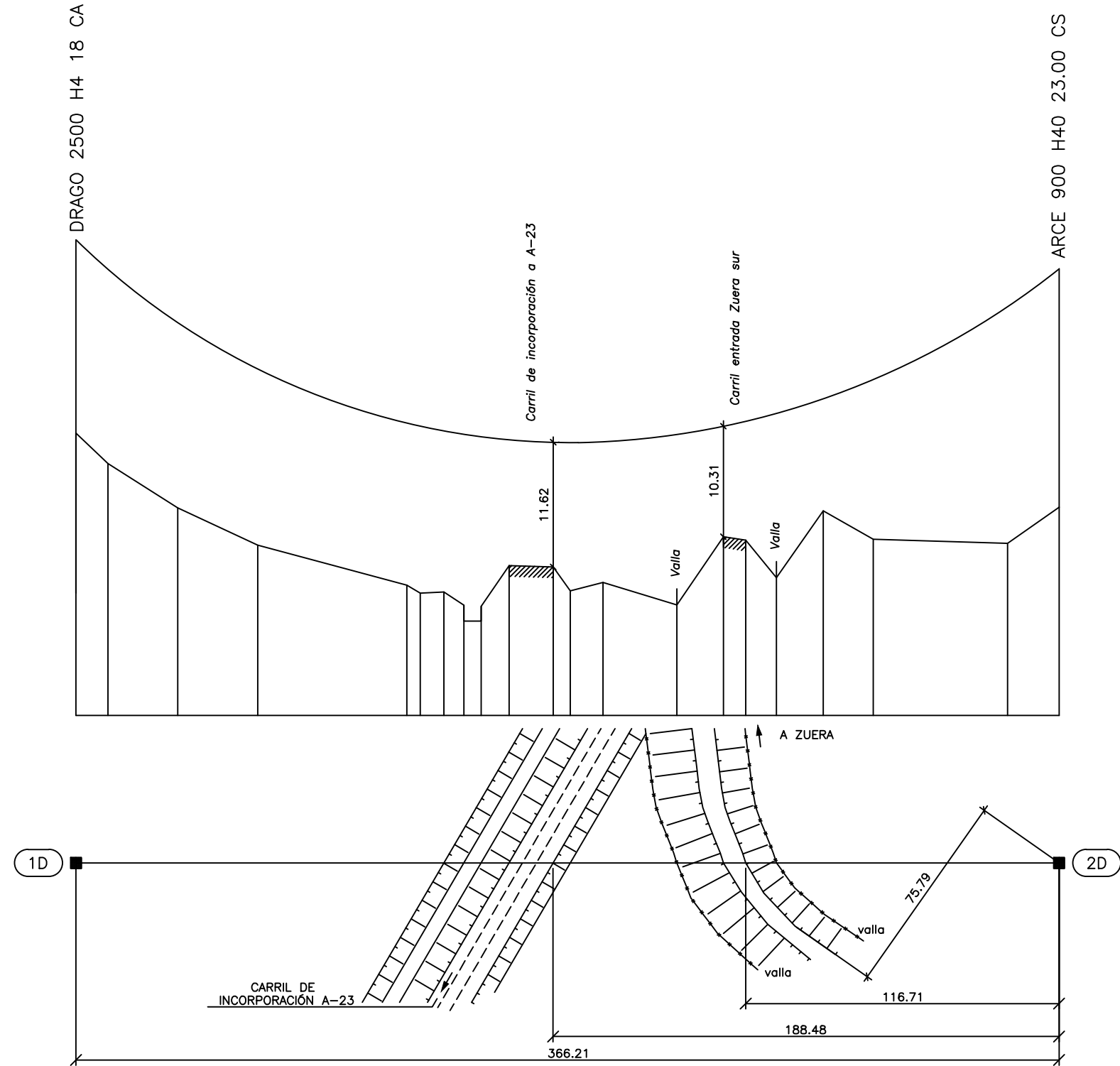


Horizontal=1:2000  
Vertical=1:500

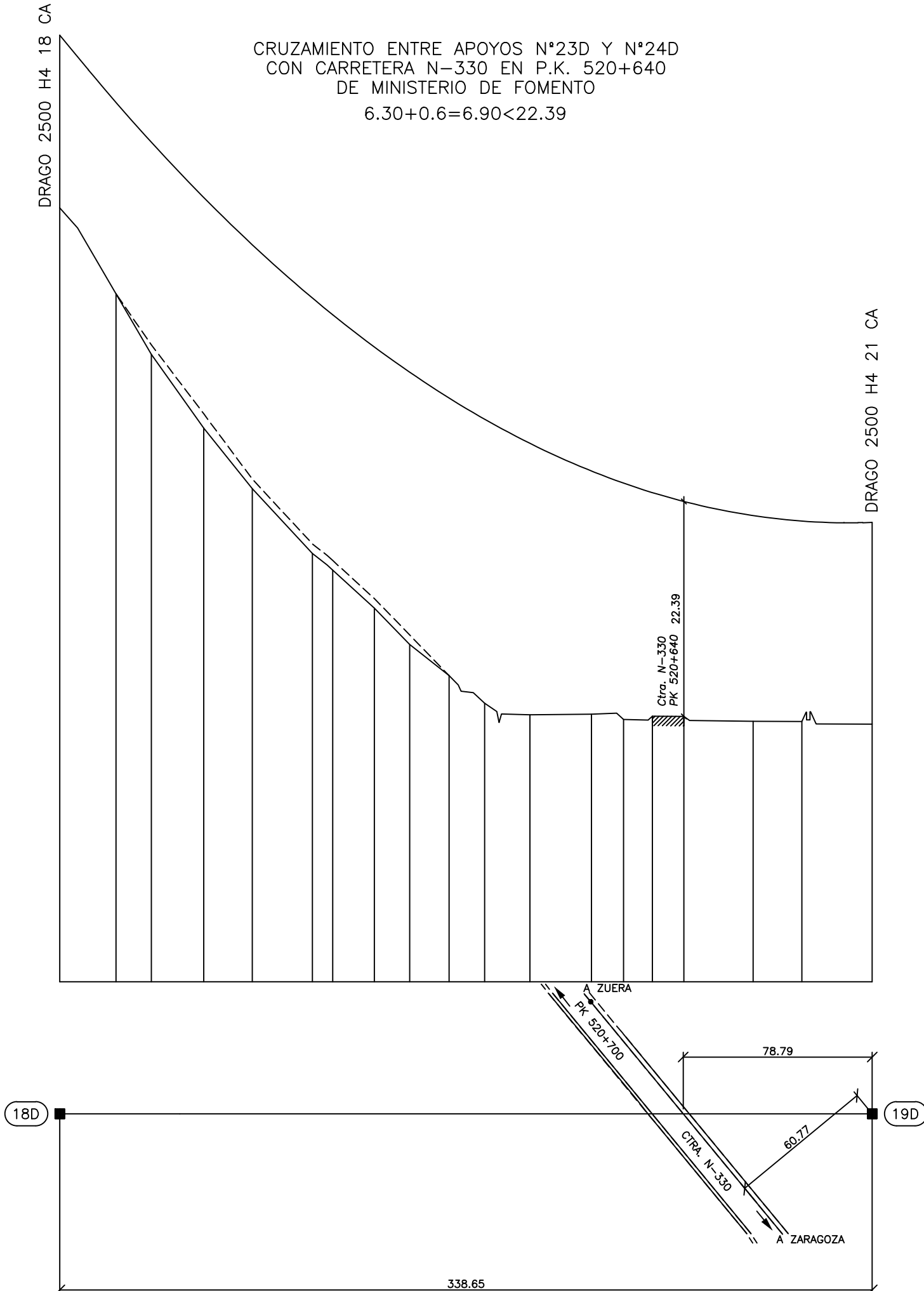
N° APOYO	COORDENADAS UTM (Huso 30)	
	X	Y
22D	683546	4632386
23D	683834	4632310
27D	684787	4632058
28D	684968	4631979

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera		
Escala:	CRUZAMIENTOS CON LINEAS ELÉCTRICAS			Plano: 4
				Hoja: 3
				Especialidad: ELECTRICIDAD

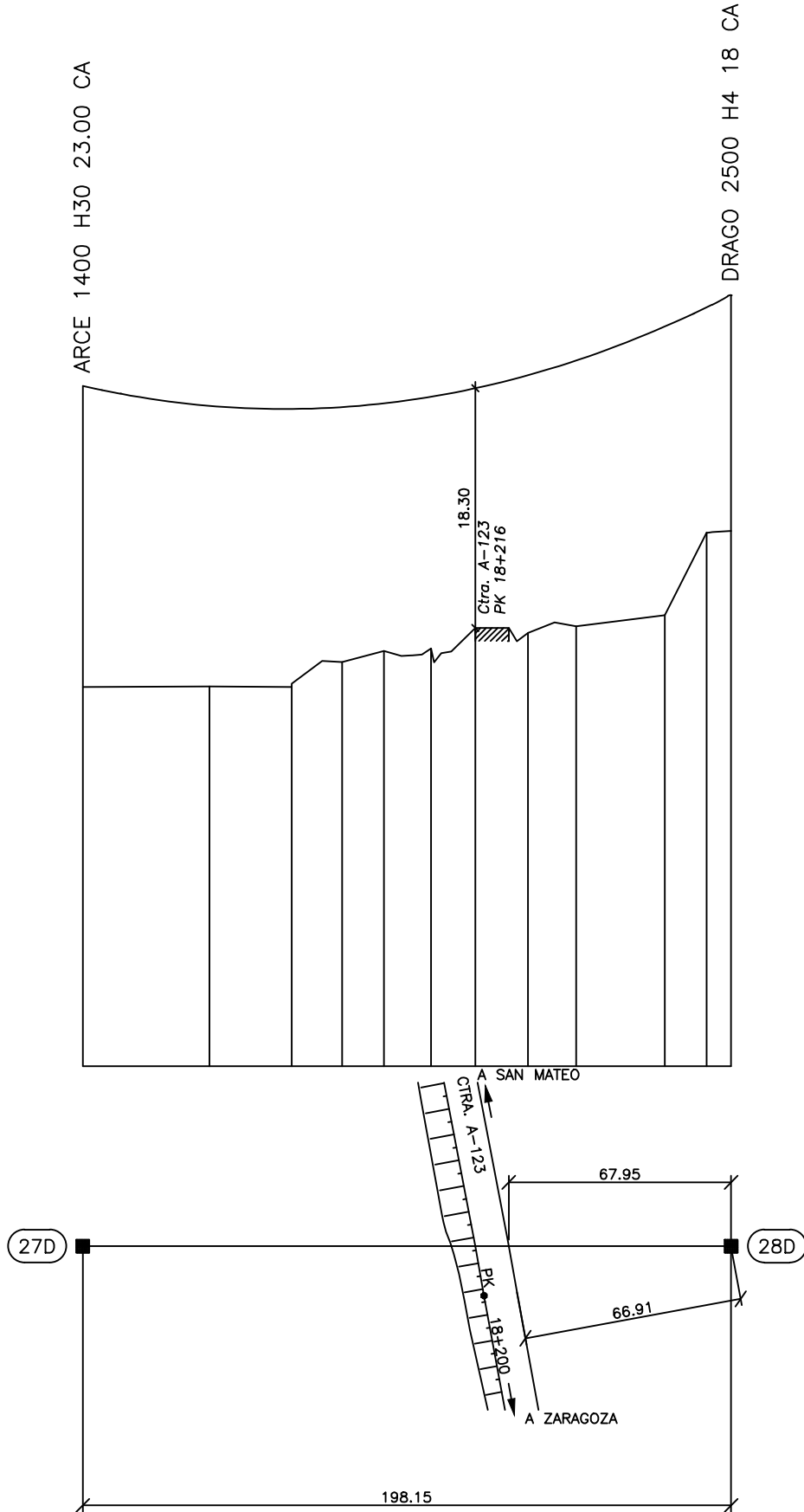
CRUZAMIENTO ENTRE APOYOS N°6D Y N°7D  
CON CARRIL INCORPORACIÓN A AUTOVÍA A-23  
DE MINISTERIO DE FOMENTO  
 $6.30+0.6=6.90<10.31$



CRUZAMIENTO ENTRE APOYOS N°23D Y N°24D  
CON CARRETERA N-330 EN P.K. 520+640  
DE MINISTERIO DE FOMENTO  
 $6.30+0.6=6.90<22.39$



CRUZAMIENTO ENTRE APOYOS N°32D Y N°33D  
CON CARRETERA A-123 EN P.K. 18+216  
DE DIPUTACIÓN GENERAL DE ARAGÓN  
(SERVICIO PROVINCIAL DE CARRETERAS Y TRANSPORTES)  
 $6.30+0.60=6.90<18.30$



Horizontal=1:2000  
Vertical=1:500

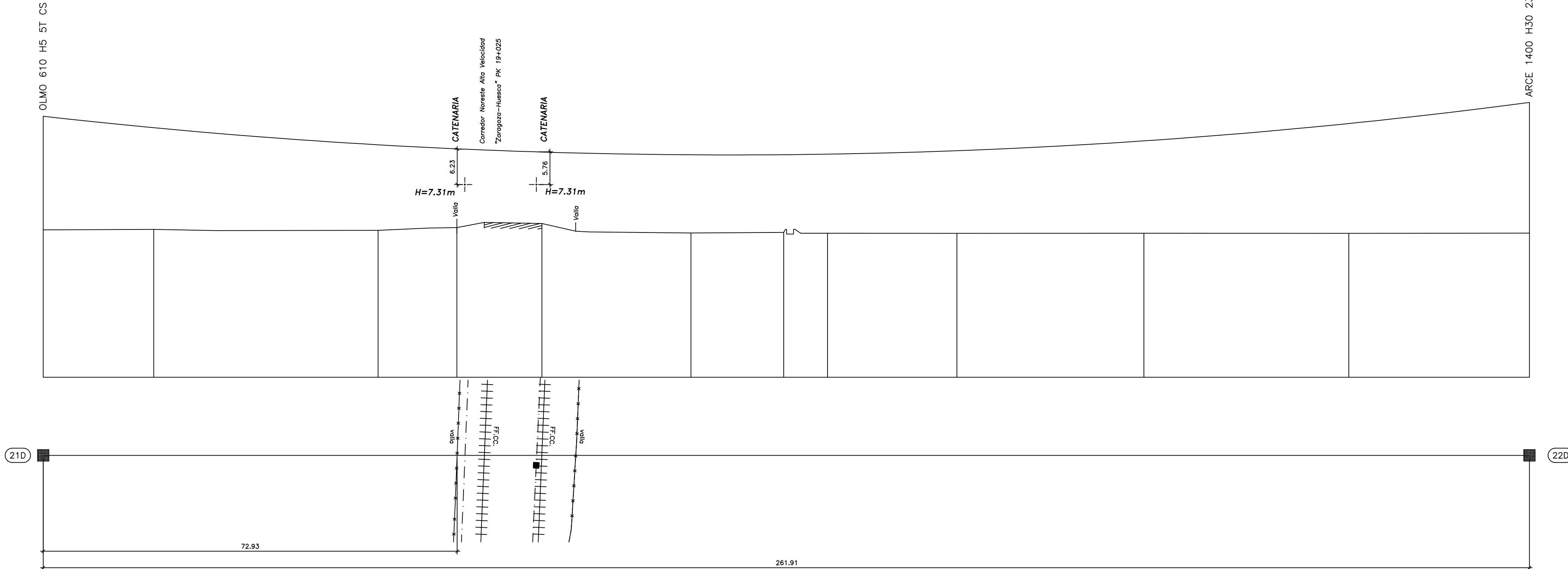
N° APOYO	COORDENADAS UTM (Huso 30)	
	X	Y
1D	682986	4637426
2D	682954	4637061
18D	682514	4632921
19D	682715	4632648
27D	684787	4632058
28D	684968	4631979

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA	
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera			
Escala:	CRUZAMIENTOS CON CARRETERAS			Plano:	4
				Hoja:	4
				Especialidad:	ELECTRICIDAD

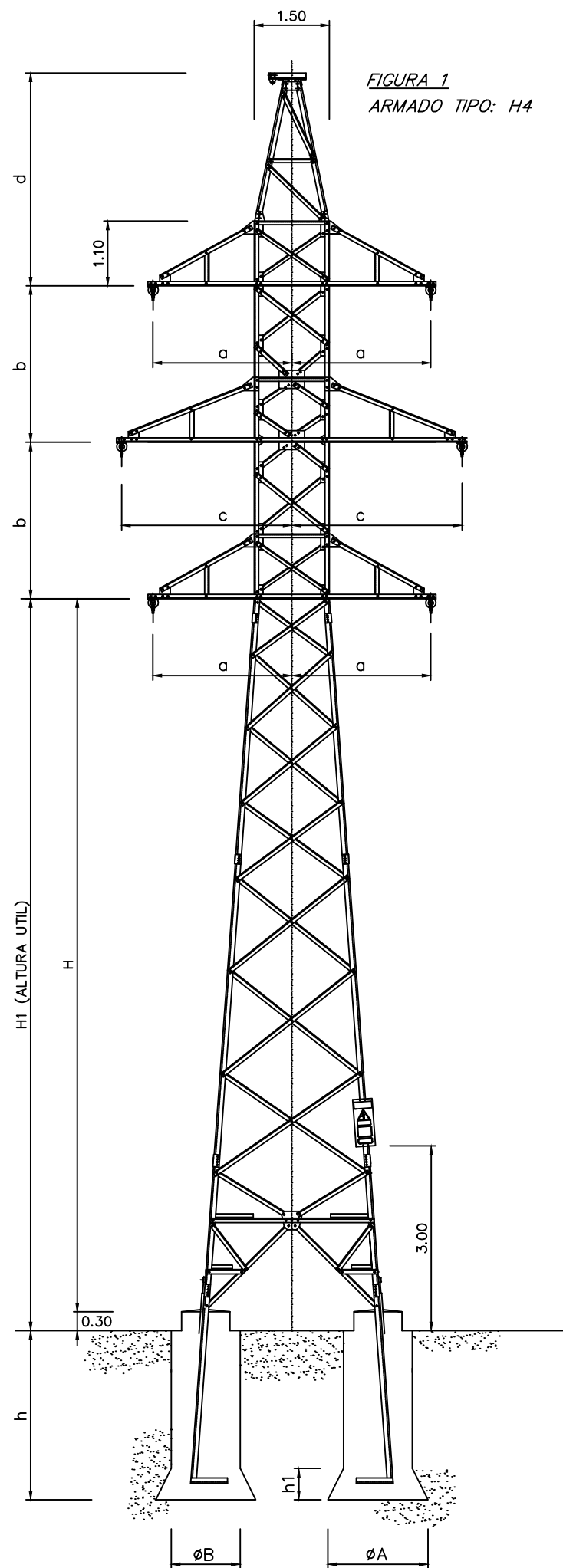
CRUZAMIENTO ENTRE APOYOS N°26D Y N°27D  
CON CORREDOR NORESTE ALTA VELOCIDAD  
"ZARAGOZA-HUESCA" EN P.K. 19+025  
DE ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS (ADIF)  
 $3.50+0.60=4.10<5.76$

Horizontal=1:2000  
Vertical=1:500

N° APOYO	COORDENADAS UTM (Huso 30)	
	X	Y
21D	683296	4632465
22D	683546	4632386



	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA	
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera			
Escala:	CRUZAMIENTOS CON INF.FERROVIARIAS			Plano:	4
				Hoja:	5
				Especialidad:	ELECTRICIDAD

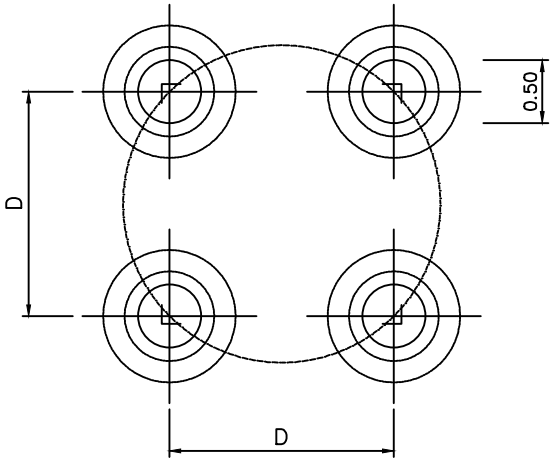


DRAGO 2500 (MADE)													
ARMADO TIPO	D I M E N S I O N E S				CUERPO DEL APOYO ALTURA H (m)	ALTURA ÚTIL H1 (1) (m)	PESO TOTAL (Kg)	CIMENTACIÓN DE SECCIÓN CIRCULAR (EXCAVACIÓN) (2)					
	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)				D (m)	øA (m)	øB (m)	h1 (m)	h (m)	V (m³)
H4	3.00	3.30	3.20	4.30	18.00	18.30	7349	4.65	2.50	1.30	1.10	3.70	4 x 6.67
H4	3.00	3.30	3.20	4.30	21.00	21.30	8388	5.05	2.50	1.30	1.10	3.70	4 x 6.67

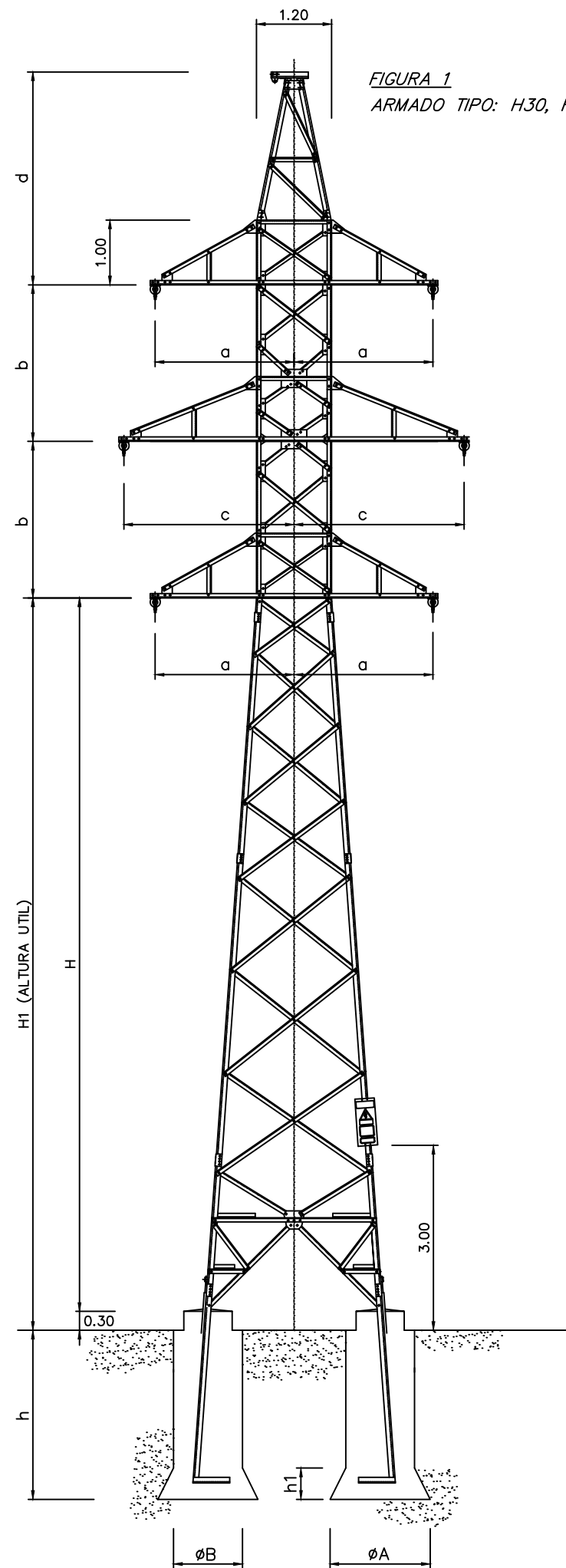
- NOTAS:**
- (1) ALTURA ÚTIL, H1, DESDE LA CRUCETA INFERIOR AL SUELO.
  - (2) LAS DIMENSIONES DE LAS CIMENTACIONES HAN SIDO CALCULADAS POR EL FABRICANTE CONSIDERANDO UN TERRENO DE RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN DE 2.5 kg/cm² Y UN ÁNGULO DE ARRANQUE DE TIERRAS DE 30°.
  - (3) EN EL MONTAJE SE PROCEDERÁ A LA COMPROBACIÓN DEL APRIETO DE LOS TORNILLOS MEDIANTE EL USO DE LLAVES DINAMOMÉTRICAS, Y DEL GRANETEO DEL FILETE SOBRANTE DE LAS ROSCAS PARA EVITAR EL AFLOJAMIENTO DE LAS TUERCAS.
  - (4) LA REPRESENTACIÓN DE LOS DIBUJOS ES ESQUEMÁTICA NO PRESUPONE DIMENSIONES NI NÚMERO DE ELEMENTOS.

**APOYOS TIPO  
SERIE DRAGO**

**CIMENTACIONES DE PATAS  
SEPARADAS**



	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera		
Escala:	APOYO TIPO DRAGO H4			Plano: 5
				Hoja: 1
				Especialidad: ELECTRICIDAD



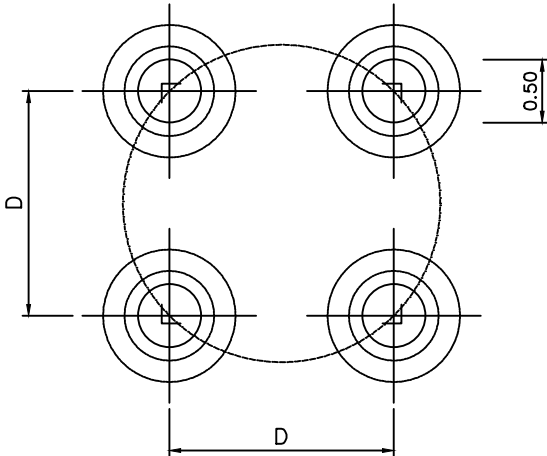
ARCE 630 (MADE)													
ARMADO TIPO	D I M E N S I O N E S				COMPOSICIÓN FUSTE	ALTURA ÚTIL H1 (1) (m)	PESO TOTAL (Kg)	CIMENTACIÓN DE SECCIÓN CIRCULAR (EXCAVACIÓN) (2)					
	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)				D (m)	ØA (m)	ØB (m)	h1 (m)	h (m)	V (m³)
H30	2.40	3.00	2.90	3.70	16.20	16.50	2317	3.60	1.40	1.00	0.40	2.35	4 x 1.99
H30	2.40	3.00	2.90	3.70	18.45	18.75	2553	3.90	1.40	1.00	0.40	2.35	4 x 1.99
H30	2.40	3.00	2.90	3.70	20.70	21.00	2833	4.20	1.40	1.00	0.40	2.45	4 x 2.07
H30	2.40	3.00	2.90	3.70	23.00	23.30	3269	4.50	1.40	1.00	0.40	2.45	4 x 2.07
H30	2.40	3.00	2.90	3.70	25.00	25.30	3574	4.80	1.40	1.00	0.40	2.50	4 x 2.11

ARCE 900 (MADE)													
ARMADO TIPO	D I M E N S I O N E S				COMPOSICIÓN FUSTE	ALTURA ÚTIL H1 (1) (m)	PESO TOTAL (Kg)	CIMENTACIÓN DE SECCIÓN CIRCULAR (EXCAVACIÓN) (2)					
	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)				D (m)	øA (m)	øB (m)	h1 (m)	h (m)	V (m³)
H40	2.90	4.00	3.60	4.30	20.70	21.00	4023	4.20	1.60	1.00	0.55	2.75	4 x 2.47
H40	2.90	4.00	3.60	4.30	23.00	23.30	4420	4.50	1.60	1.00	0.55	2.75	4 x 2.47

ARCE 1400 (MADE)													
ARMADO TIPO	D I M E N S I O N E S				COMPOSICIÓN FUSTE	ALTURA ÚTIL H1 (1) (m)	PESO TOTAL (Kg)	CIMENTACIÓN DE SECCIÓN CIRCULAR (EXCAVACIÓN) (2)					
	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)				D (m)	øA (m)	øB (m)	h1 (m)	h (m)	V (m³)
H30	2.40	3.00	2.90	3.70	13.95	14.25	3230	3.30	1.90	1.20	0.65	3.05	4 x 3.96
H30	2.40	3.00	2.90	3.70	18.45	18.75	4009	3.90	1.90	1.20	0.65	3.10	4 x 4.02
H30	2.40	3.00	2.90	3.70	20.70	21.00	4419	4.20	1.90	1.20	0.65	3.15	4 x 4.08
H30	2.40	3.00	2.90	3.70	23.00	23.30	4835	4.50	1.90	1.20	0.65	3.15	4 x 4.08
H40	2.90	4.00	3.60	4.30	23.00	23.30	5089	4.50	1.90	1.20	0.65	3.15	4 x 4.08

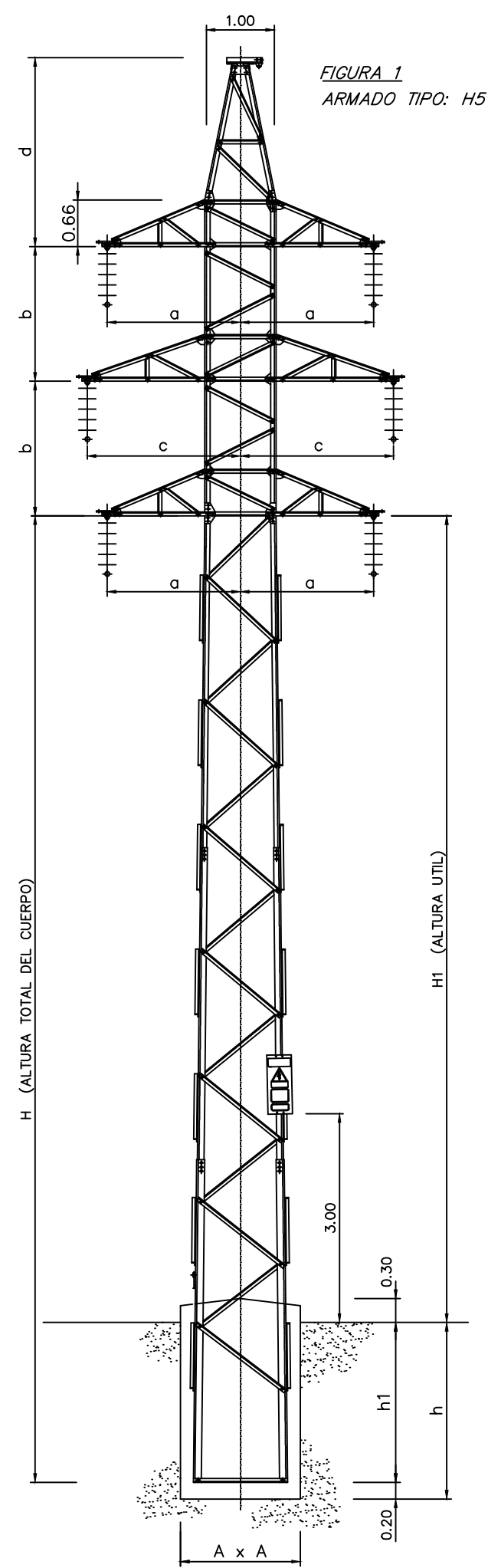
ARCE 1800 (MADE)													
ARMADO TIPO	D I M E N S I O N E S				COMPOSICIÓN FUSTE	ALTURA ÚTIL H1 (1) (m)	PESO TOTAL (Kg)	CIMENTACIÓN DE SECCIÓN CIRCULAR (EXCAVACIÓN) (2)					
	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)				D (m)	ØA (m)	ØB (m)	h1 (m)	h (m)	V (m³)
H30	2.40	3.00	2.90	3.70	13.95	14.25	3843	3.30	2.00	1.20	0.70	3.40	4 x 4.49

**CIMENTACIONES DE PATAS SEPARADAS**



**APOYO TIPO SERIE ARCE**

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA	
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera			
Escala:	APOYO TIPO ARCE H30			Plano: 5	
				Hoja: 2	
				Especialidad: ELECTRICIDAD	



OLMO 610 (MADE)											
ARMADO TIPO	D I M E N S I O N E S				COMPOSICIÓN FUSTE	ALTURA ÚTIL H1 (1) (m)	PESO TOTAL (kg)	CIMENTACIÓN (EXCAVACIÓN) (2)			
	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)				h (m)	h1 (m)	A (m)	V (m³)
H5	2.70	3.30	3.00	4.01	4TA	19.10	3187	2.90	2.70	1.95	11.03
H5	2.70	3.30	3.00	4.01	5T	20.80	3542	2.95	2.75	2.00	11.80
H5	2.70	3.30	3.00	4.01	5TA	23.50	3996	3.05	2.85	2.10	13.45

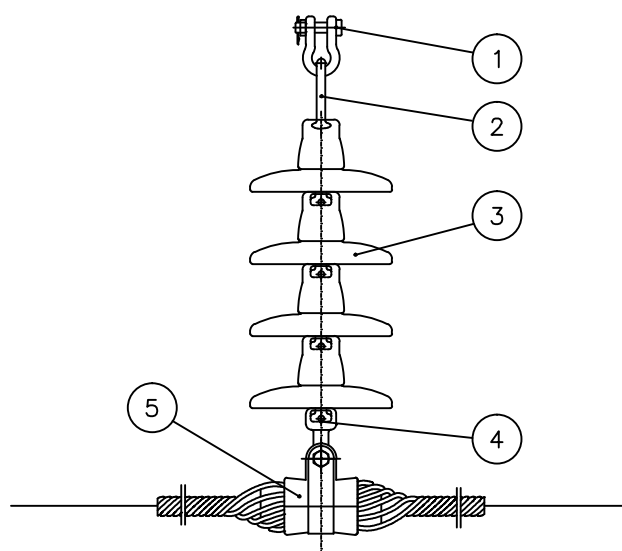
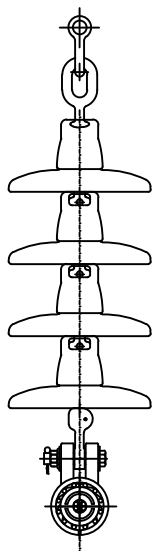
NOTAS:

- (1) ALTURA ÚTIL, H1, DESDE LA CRUCETA INFERIOR AL SUELO.
- (2) LAS DIMENSIONES DE LAS CIMENTACIONES SON LAS FACILITADAS POR EL FABRICANTE PARA UN TERRENO NORMAL, CON COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD  $K=12\text{kg/cm}^3$
- (3) EN EL MONTAJE SE PROCEDERÁ A LA COMPROBACIÓN DEL APRIETO DE LOS TORNILLOS MEDIANTE EL USO DE LLAVES DINAMOMÉTRICAS, Y DEL GRANETEO DEL FILETE SOBRANTE DE LAS ROSCAS PARA EVITAR EL AFLOJAMIENTO DE LAS TUERCAS.
- (4) LA REPRESENTACIÓN DE LOS DIBUJOS ES ESQUEMÁTICA NO PRESUPONE DIMENSIONES NI NÚMERO DE ELEMENTOS.

APOYO TIPO  
SERIE OLMO

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA	
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera			
Escala:	APOYO TIPO OLMO H5			Plano: 5	
				Hoja: 3	
				Especialidad: ELECTRICIDAD	

MONTAJE CADENA DE SUSPENSIÓN CON GRAPA ARMADA TIPO GSA PARA 45 kV  
CONDUCTOR: LA-380 (GULL)

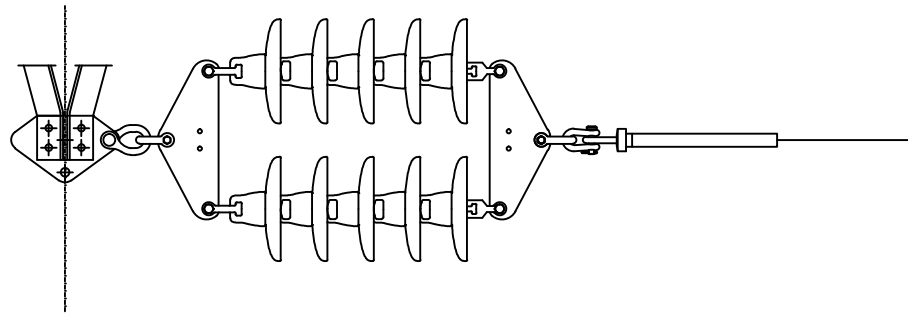
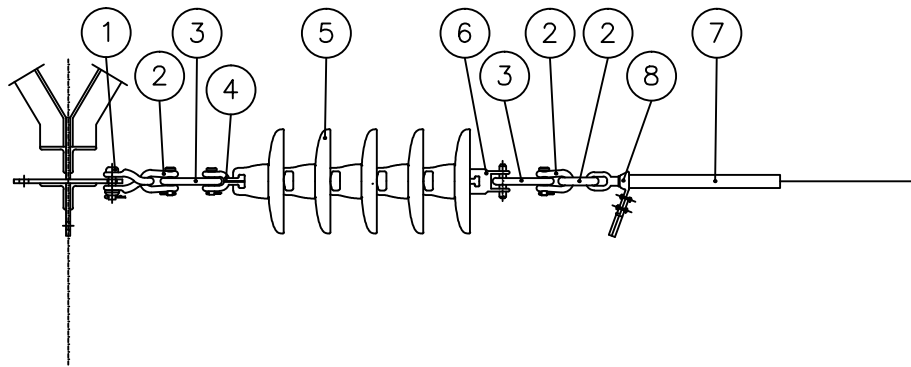


5	1	GRAPA DE SUSPENSIÓN ARMADA TIPO GSA
4	1	RÓTULA CORTA R16
3	4	AISLADOR DE CAPERUZA Y VÁSTAGO U100BS/127
2	1	ANILLA BOLA AB16
1	1	GRILLETE NORMAL GN
Marca	Nº Piezas	Denominación

**CADENAS DE AISLAMIENTO  
CONDUCTOR  
SUSPENSIÓN**

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA	
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera			
Escala:	CADENA DE AISLAMIENTO DE SUSPENSION LA-380			Plano: 6	
				Hoja: 1	
				Especialidad: ELECTRICIDAD	

MONTAJE CADENA DE AMARRE DOBLE CON GRAPA A COMPRESIÓN  
Y PUENTE COMPRIMIDO PARA 45 kV  
CONDUCTOR: LA-380 (GULL)

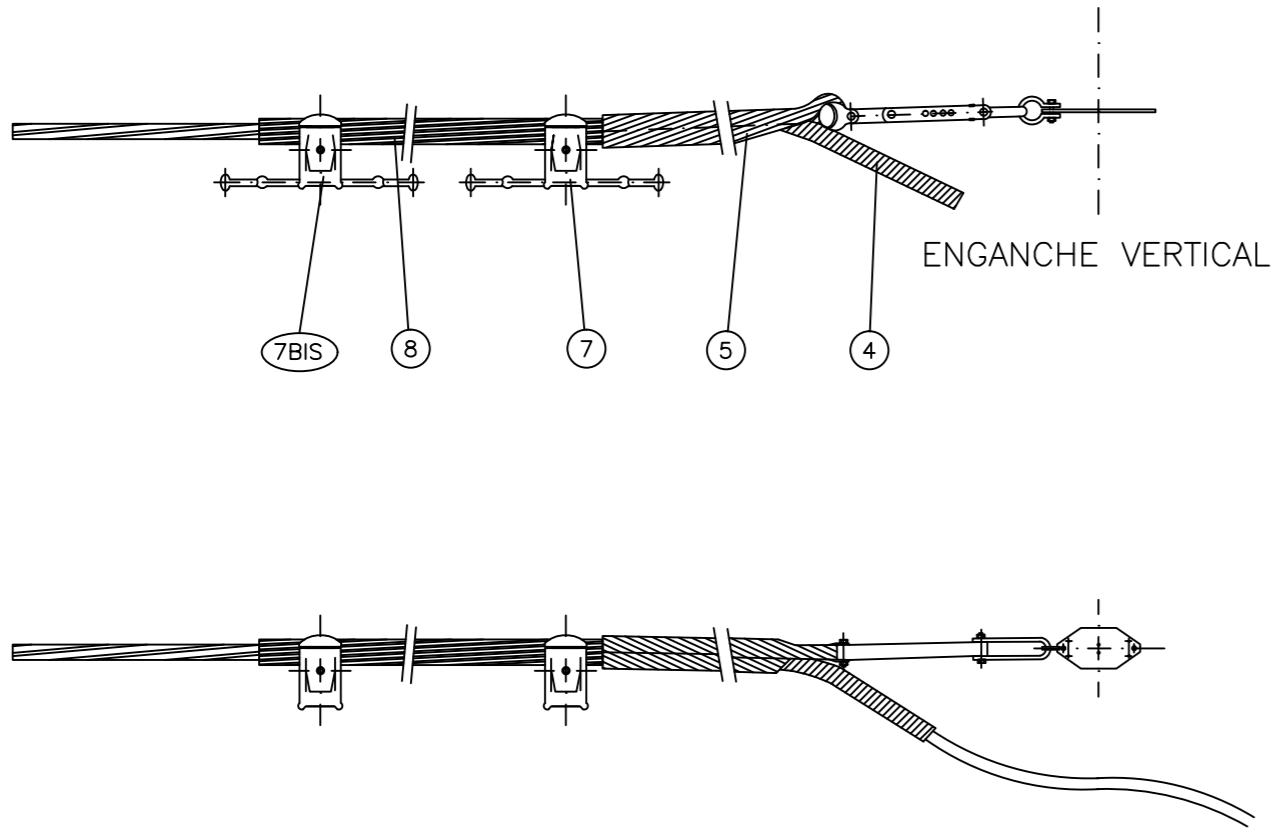


8	1	COLAS DE COMPRESION
7	1+1	GRAPA DE AMARRE
6	2+2	RÓTULA CORTA
5	10+10	AISLADOR DE CAPERUZA Y VASTAGO U100BS/127
4	2+2	HORQUILLA BOLA
3	2+2	YUGO TRIANGULAR
2	3+3	GRILLETE NORMAL
1	1+1	GRILLETE REVIRADO
Marca	Nº Piezas	Denominación

**CADENAS DE AISLAMIENTO  
CONDUCTOR  
AMARRE COMPLETA**

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera		
Escala:	CADENAS DE AISLAMIENTO DE AMARRE LA-380			Plano: 6
				Hoja: 2
				Especialidad: ELECTRICIDAD

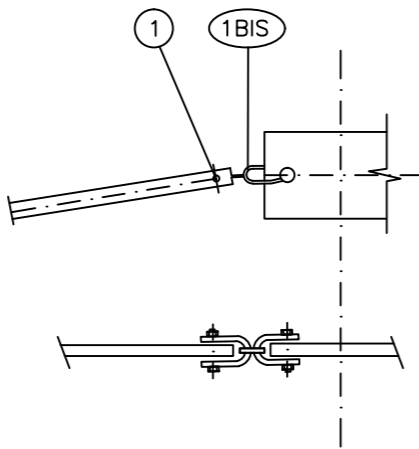
ESQUEMA CONJUNTO CADENA F.O.  
AMARRE BAJANTE SENCILLO  
CABLE TIPO OPGW



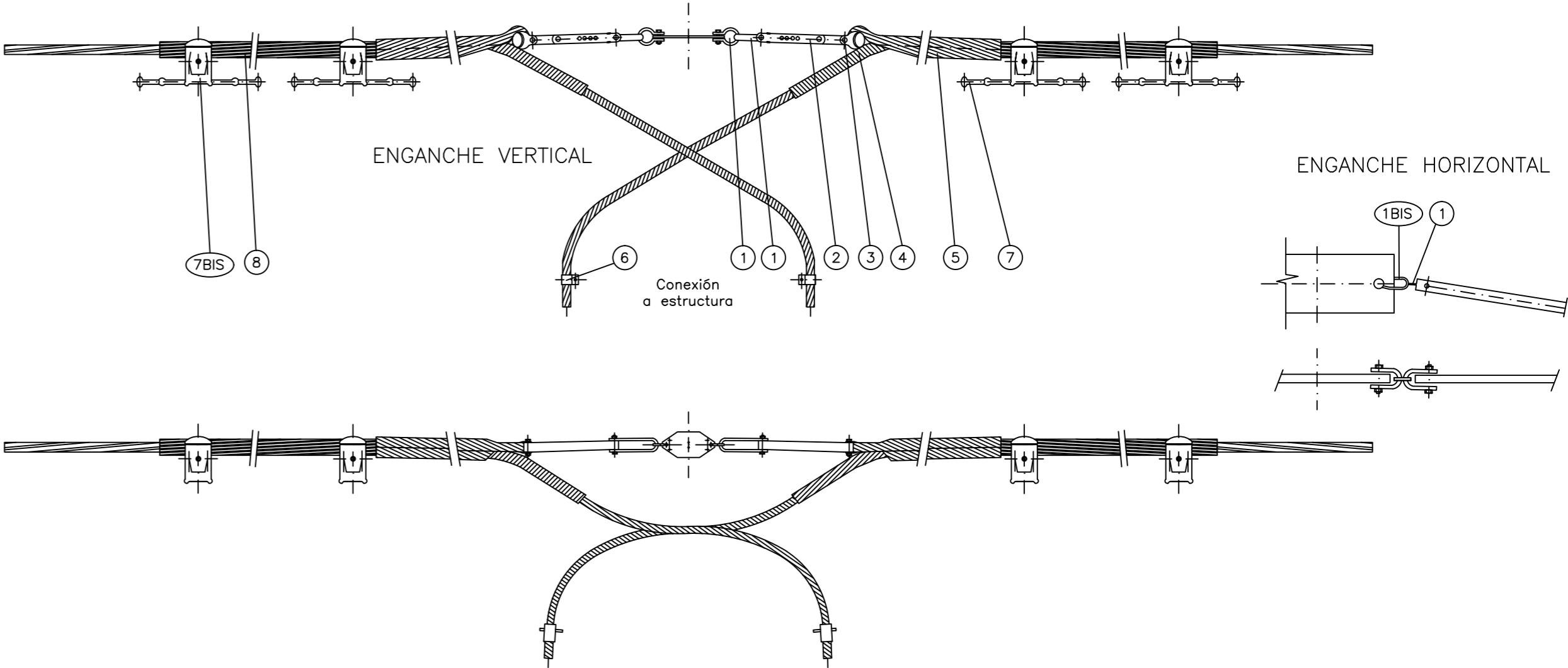
POS.	HERRAJES	CANTIDAD	
		ENGANCHE	
		VERTICAL	HORIZONTAL
1	GRILLETE RECTO CON TORNILLO	2	1
1BIS	GRILLETE REVIRADO CON TORNILLO	—	1
2	TIRANTE	1	1
3	HORQUILLA GUARDACABOS	1	1
4	EMPALME DE PROTECCIÓN	1	1
5	RETENCIÓN	1	1
6	GRAPA CONEXIÓN SENCILLA	1	1
7	ANTIVIBRADORES	1	1
* 7BIS	ANTIVIBRADORES OPCIONALES	1	1
* 8	VARILLAS DE PROTECCIÓN	1	1

\* SE COLOCARÁN SEGÚN NECESIDADES

ENGANCHE HORIZONTAL



ESQUEMA BICONJUNTO CADENA F.O.  
AMARRE BAJANTE COMPLETO  
CABLE TIPO OPGW



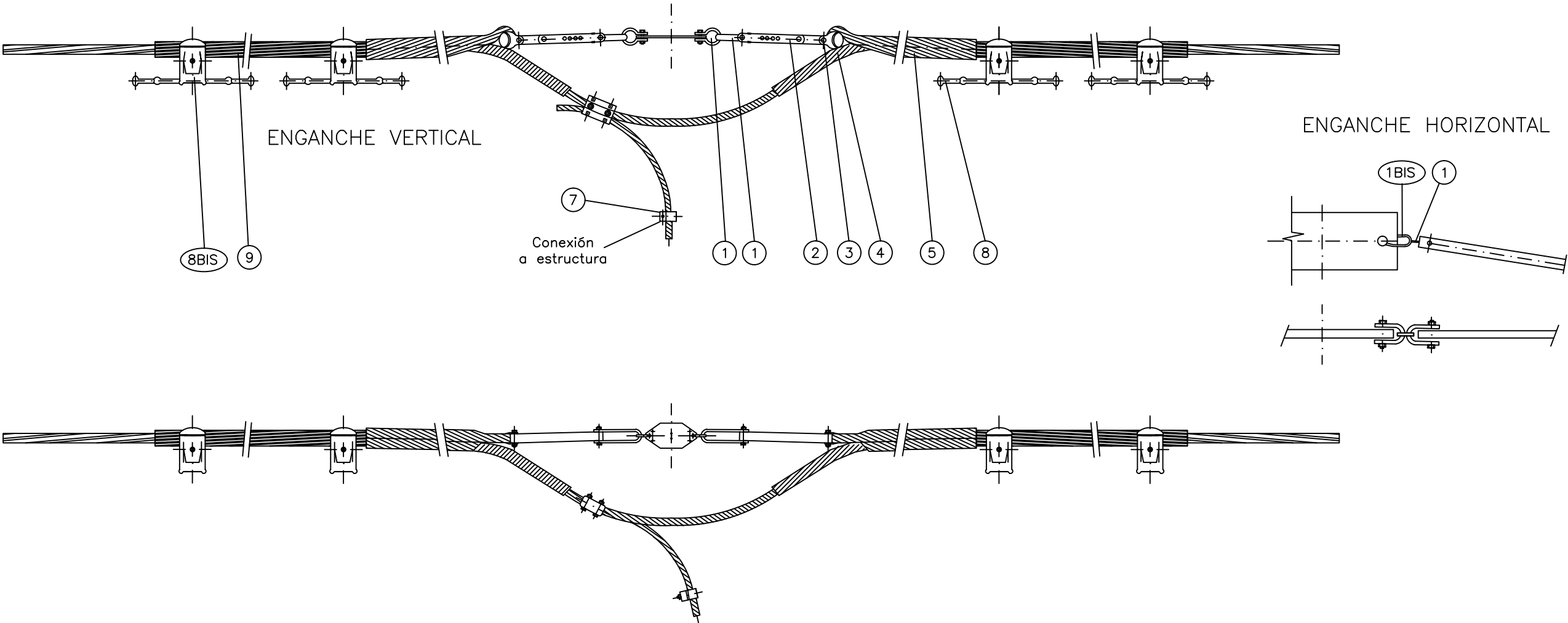
POS.	HERRAJES	CANTIDAD	
		ENGANCHE	
		VERTICAL	HORIZONTAL
1	GRILLETE RECTO CON TORNILLO	4	2
1BIS	GRILLETE REVIRADO CON TORNILLO	—	2
2	TIRANTE	2	2
3	HORQUILLA GUARDACABOS	2	2
4	EMPALME DE PROTECCIÓN	2	2
5	RETENCIÓN	2	2
6	GRAPA CONEXIÓN SENCILLA	2	2
7	ANTIVIBRADORES	2	2
* 7BIS	ANTIVIBRADORES OPCIONALES	2	2
* 8	VARILLAS DE PROTECCIÓN	2	2

\* SE COLOCARÁN SEGÚN NECESIDADES

CADENAS Y HERRAJES  
CABLE DE TIERRA OPGW  
AMARRE BAJANTE

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera		
Escala:	CADENAS DE AMARRE BAJANTE CON CABLE TIPO OPGW			Plano: 7
				Hoja: 1
				Especialidad: ELECTRICIDAD

ESQUEMA BICONJUNTO CADENA F.O.  
AMARRE PASANTE  
CABLE TIPO OPGW



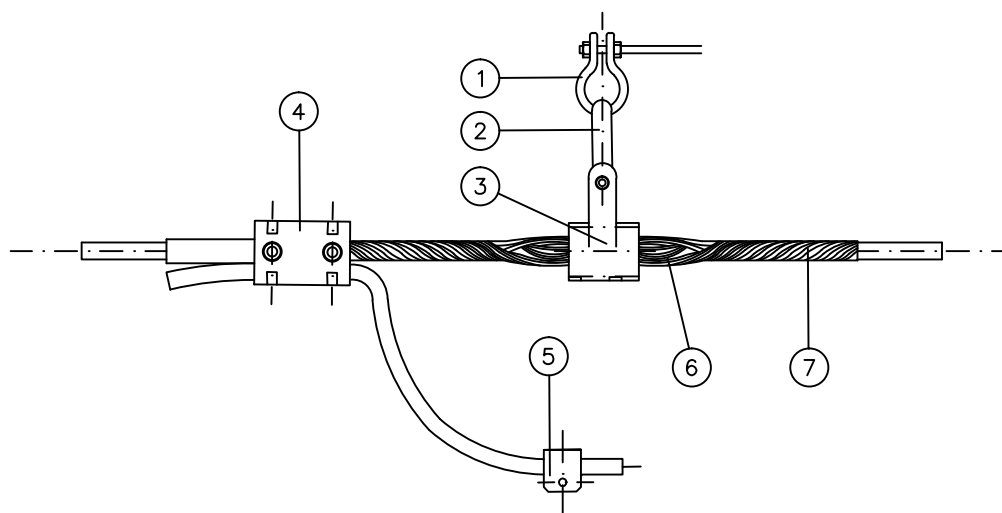
POS.	HERRAJES	CANTIDAD	
		ENGANCHE	
		VERTICAL	HORIZONTAL
1	GRILLETE RECTO CON TORNILLO	4	2
1BIS	GRILLETE REVIRADO CON TORNILLO	—	2
2	TIRANTE	2	2
3	HORQUILLA GUARDACABOS	2	2
4	EMPALME DE PROTECCIÓN	2	2
5	RETENCIÓN	2	2
6	GRAPA CONEXIÓN PARALELA	1	1
7	GRAPA CONEXIÓN SENCILLA	1	1
8	ANTIVIBRADORES	2	2
* 8BIS	ANTIVIBRADORES OPCIONALES	2	2
* 9	VARILLAS DE PROTECCIÓN	2	2

\* SE COLOCARÁN SEGÚN NECESIDADES

CADENAS Y HERRAJES  
CABLE DE TIERRA OPGW  
AMARRE PASANTE

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera		
Escala:	CADENAS DE AMARRE PASANTE CON CABLE TIPO OPGW			Plano: 7
				Hoja: 2
				Especialidad: ELECTRICIDAD

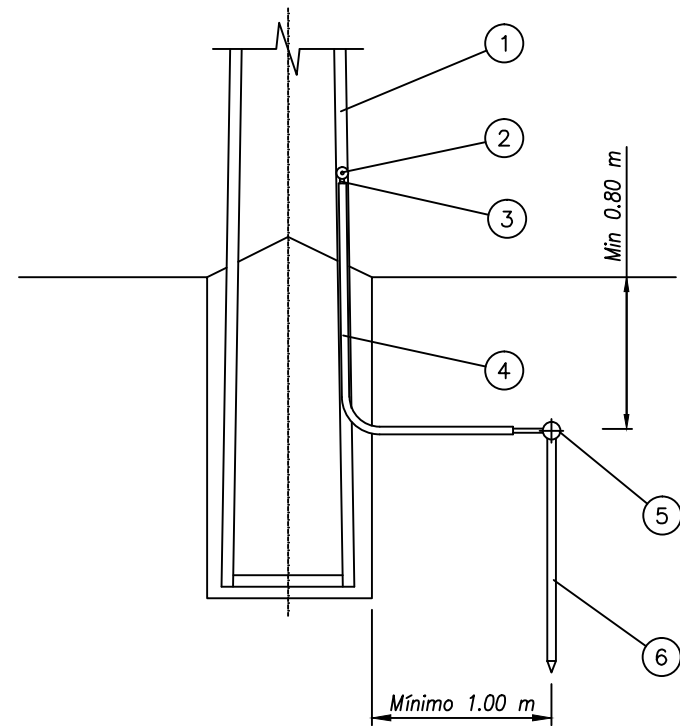
ESQUEMA CONJUNTO CADENA F.O.  
SUSPENSIÓN  
CABLE TIPO OPGW



POS.	HERRAJES	CANTIDAD
		ENGANCHE VERTICAL
1	GRILLETE RECTO	1
2	ESLABÓN REVIRADO	1
3	GRAPA DE SUSPENSIÓN ARMADA	1
4	GRAPA CONEXIÓN PARALELA	1
5	GRAPA CONEXIÓN A TORRE	1
6	INSERTO GOMA NEOPRENO	1
7	VARILLAS PREFORMADAS	1

**CADENAS Y HERRAJES  
CABLE DE TIERRA OPGW  
SUSPENSIÓN**

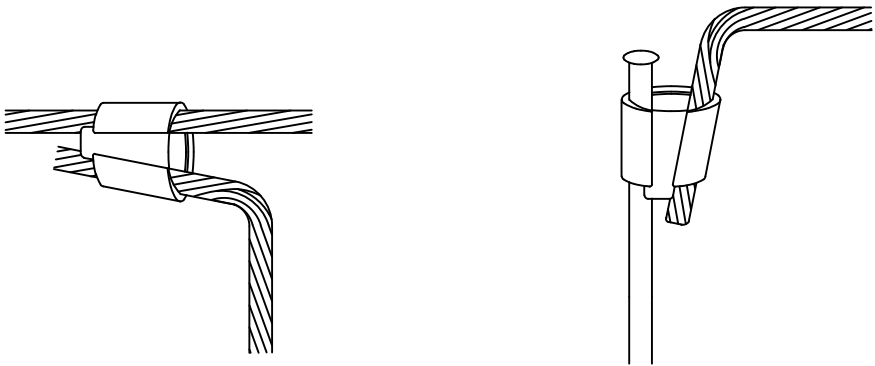
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera		
Escala:	CADENAS DE SUSPENSION CON CABLE TIPO OPGW			Plano: 7
				Hoja: 3
				Especialidad: ELECTRICIDAD



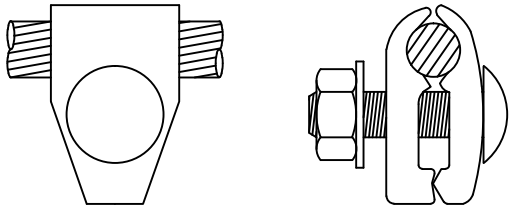
NUMERO	DESCRIPCIÓN
①	APOYO
②	GRAPA CONEXIÓN PUESTA A TIERRA
③	CABLE DE PUESTA A TIERRA
④	TUBO AISLANTE
⑤	CONECTOR AMPACT
⑥	PICA PUESTA A TIERRA

**PUESTA A TIERRA  
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE  
ELECTRODO DE DIFUSIÓN**

CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA



GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO

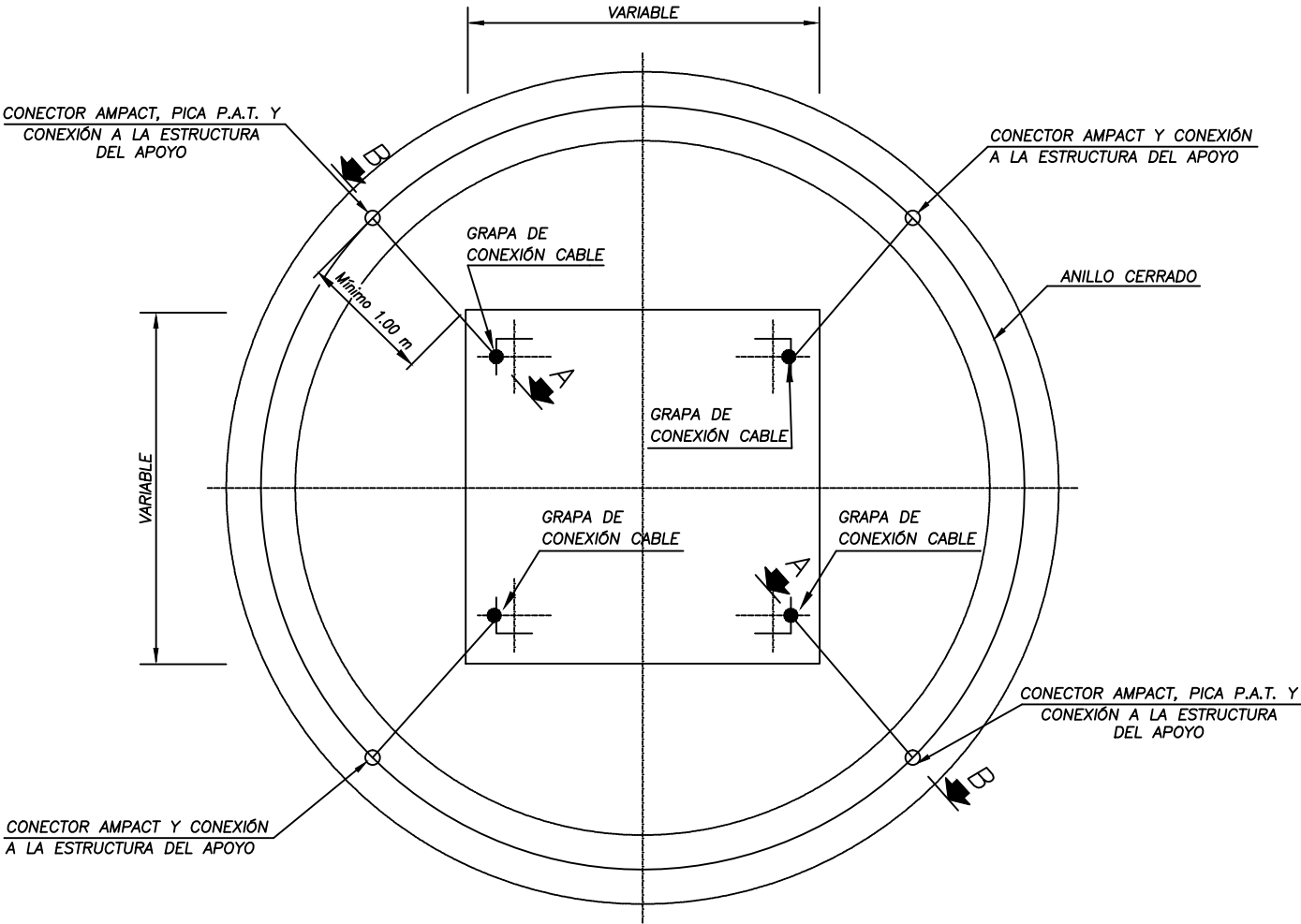


**NOTA:**

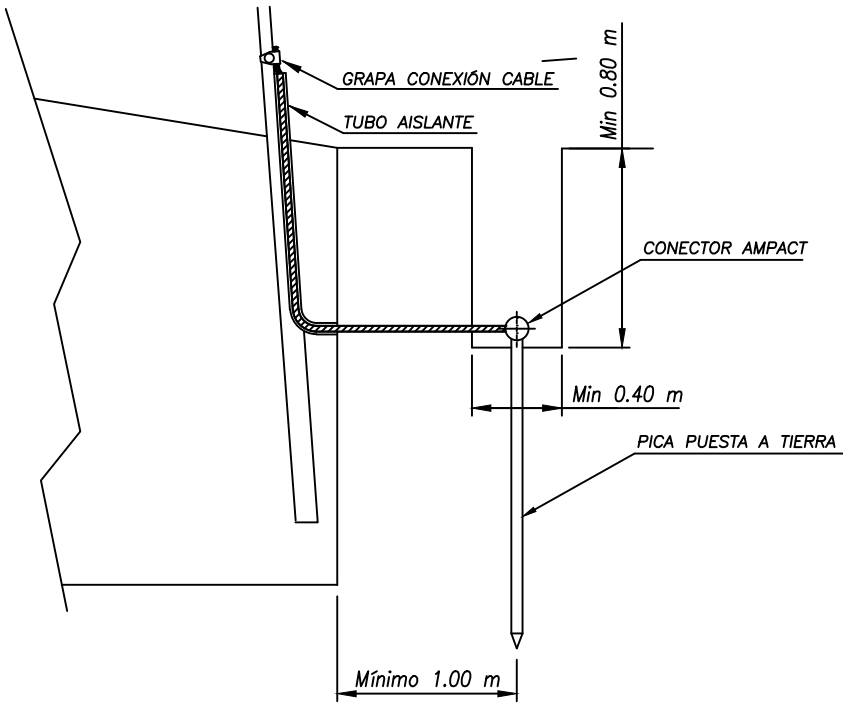
- Las Puestas a Tierra de los Apoyos cumplirán lo establecido en el Apartado 7 de la ITC—LAT—07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.
- Cada apoyo llevará como mínimo 2 picas, siempre en montantes opuestos de la torre y procurando la máxima distancia entre picas.

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera		
Escala:	CIMENT. MONOBLOQUE CON ELECTRODO DE DIFUSION			Plano: 8
				Hoja: 1
				Especialidad: ELECTRICIDAD

PLANTA APOYO

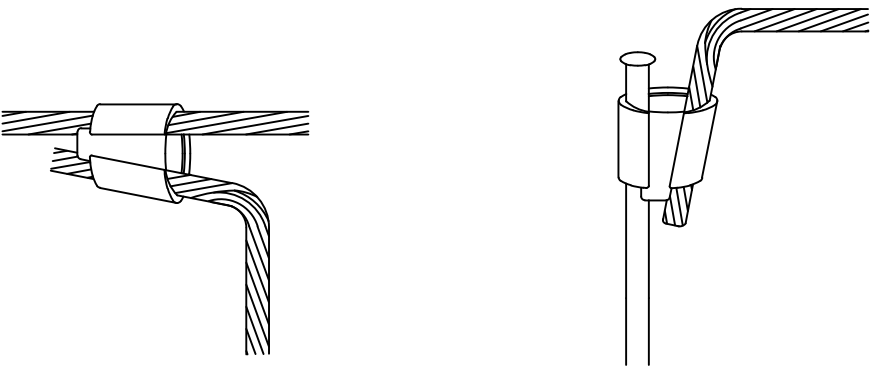


SECCIÓN A – B

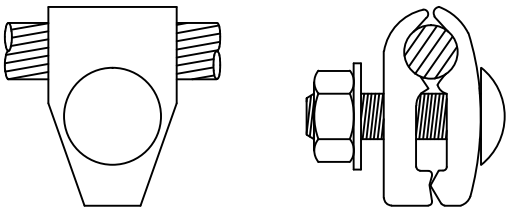


PUESTA A TIERRA  
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE  
ANILLO DIFUSOR

CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA



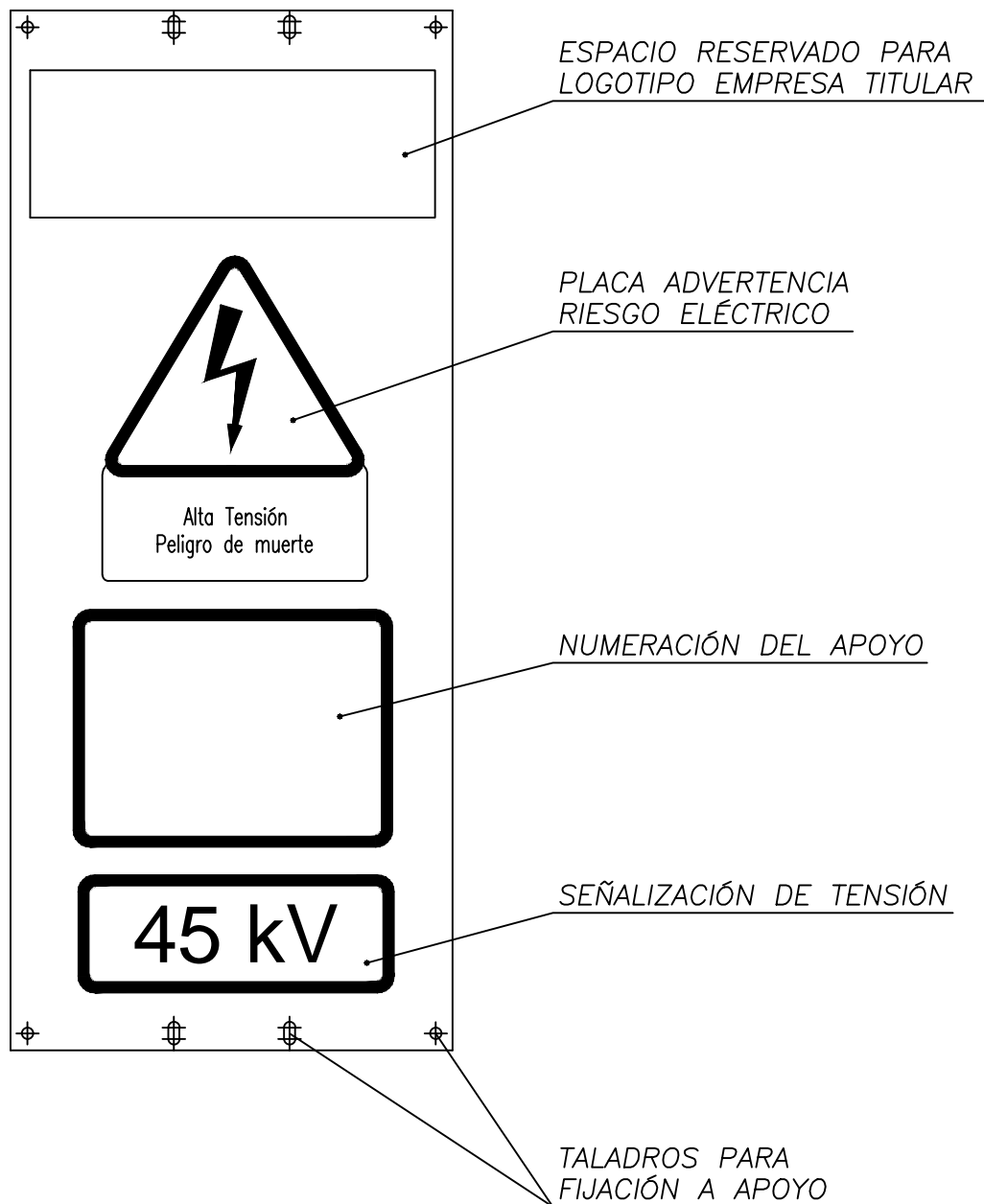
GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO



NOTA:

- Las Puestas a Tierra de los Apoyos cumplirán lo establecido en el Apartado 7 de la ITC–LAT–07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.
- Cada apoyo llevará como mínimo 2 picas.
- Desde el anillo cerrado se realizarán 4 conexiones a la estructura del apoyo, una por montante.

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA	
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera			
Escala:	CIMENT. MONOBLOQUE CON ANILLO DE DIFUSION			Plano:	8
				Hoja:	2
				Especialidad:	ELECTRICIDAD



MATERIAL : CHAPA DE ACERO GALVANIZADO DE 1 mm DE ESPESOR  
CON RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE CINCO DE 271 g/m<sup>2</sup>

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
Dibujado	2014	Carlos Guzmán Vera		
Escala:	PLACA DE SEÑALIZACIÓN 45kV			Plano: 9
				Hoja: 1
				Especialidad: ELECTRICIDAD