

**David de las Heras Izquierdo**

**Diseño y cálculo de una línea eléctrica de 25kV para el suministro de energía eléctrica al polígono de Agroreus desde S.E. de Reus**

**TRABAJO DE FINAL DE GRADO**

**Dirigido por Dr. Lluís Massagués Vidal**

**Ingeniería Eléctrica**



**UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI**

**Tarragona**

**2021**



## Índice

Autor: David de las Heras Izquierdo

Director: Lluís Massagués Vidal

Fecha: Octubre 2020

# 1 Índice

1	Índice .....	3
2	<b>Memoria Descriptiva .....</b>	<b>9</b>
2.1	<b>Objeto .....</b>	<b>9</b>
2.2	<b>Alcance .....</b>	<b>9</b>
2.3	<b>Antecedentes .....</b>	<b>9</b>
2.4	<b>Disposiciones legales .....</b>	<b>10</b>
2.6	<b>Programas de cálculo .....</b>	<b>11</b>
2.7	<b>Plan de la gestión de calidad aplicada durante la redacción del proyecto.....</b>	<b>11</b>
2.8	<b>Bibliografía.....</b>	<b>11</b>
2.9	<b>Webgrafía.....</b>	<b>11</b>
2.10	<b>Definiciones i abreviaturas.....</b>	<b>12</b>
2.11	<b>Requisitos de diseño .....</b>	<b>12</b>
	<i>2.11.1 Características de la instalación .....</i>	<i>12</i>
	<i>2.11.2 Emplazamiento de la Línea .....</i>	<i>13</i>
	<i>2.11.3 Características de línea aérea .....</i>	<i>13</i>
	<i>2.11.4 Características de la Línea Subterránea .....</i>	<i>29</i>
2.12	<b>Características del Centro de Transformación .....</b>	<b>31</b>
	<i>2.12.1 Ubicación del Centro de Transformación .....</i>	<i>32</i>
	<i>2.12.2 Instalaciones del Centro de Transformación .....</i>	<i>32</i>
2.13	<b>Planificación.....</b>	<b>37</b>
2.14	<b>Orden de Prioridad entre Documentos .....</b>	<b>38</b>
3	<b>Memoria de Cálculos .....</b>	<b>40</b>
3.1	<b>Documentación inicial.....</b>	<b>40</b>
3.2	<b>Cálculo eléctrico del tramo aéreo .....</b>	<b>40</b>
	<i>3.2.1 Resistencia eléctrica de la línea .....</i>	<i>40</i>
	<i>3.2.2 Reactancia del Conductor .....</i>	<i>41</i>
	<i>3.2.3 Densidad de Corriente Máxima Admisible .....</i>	<i>41</i>
	<i>3.2.4 Intensidad Máxima Admisible .....</i>	<i>42</i>
	<i>3.2.5 Intensidad del Conductor .....</i>	<i>43</i>

3.2.6	<i>Potencia Máxima a Transportar</i>	43
3.2.7	<i>Caída de Tensión</i>	43
3.2.8	<i>Potencia Perdida</i>	44
3.2.9	<i>Rendimiento de Línea</i>	44
3.3	<b>Cálculo Eléctrico del Tramo Subterráneo</b>	44
3.3.1	<i>Resistencia de los conductores</i>	45
3.3.2	<i>Reactancia del Conductor</i>	45
3.3.3	<i>Intensidad del Conductor</i>	45
3.3.4	<i>Intensidad de Cortocircuito</i>	46
3.3.5	<i>Caída de Tensión</i>	47
3.3.6	<i>Potencia perdida</i>	48
3.4	<b>Cálculo Mecánico del Tramo Aéreo</b>	48
3.4.1	<i>Vano de Regulación</i>	48
3.4.2	<i>Ecuación de Cambio de Condiciones</i>	49
3.4.3	<i>Flecha Mínima</i>	50
3.4.4	<i>Distancias de seguridad</i>	50
3.4.5	<i>Desviación de las cadenas de aisladores</i>	53
3.4.6	<i>Criterio de cálculo de los apoyos</i>	53
3.4.7	<i>Cargas Verticales</i>	53
3.4.8	<i>Cargas Horizontales</i>	54
3.4.9	<i>Tablas de Cálculos de Imedexa</i>	56
3.4.10	<i>Apoyos</i>	63
3.4.11	<i>Tablas de Esfuerzos</i>	65
3.4.12	<i>Cimentaciones</i>	76
3.5	<b>Cálculo del Centro de Transformación</b>	78
3.5.1	<i>Intensidad en el lado de AT</i>	78
3.5.2	<i>Intensidad en BT</i>	79
3.5.3	<i>Intensidad de Cortocircuito</i>	79
3.5.4	<i>Cálculo del Embarrado</i>	80
3.5.5	<i>Cálculos de Puesta a Tierra</i>	80
4	<b>Planos</b>	88
4.1	<i>Situación</i>	88
4.2	<i>Emplazamiento</i>	88
4.3	<i>Tramos Aéreos</i>	88

4.4	Perfiles Aéreos .....	88
4.5	Zanjas.....	88
4.6	Puesta a Tierra de los Apoyos.....	88
4.7	Conversión aéreo-subterránea .....	88
4.8	Detalles Cruzamientos .....	88
4.9	Centro de Transformación .....	88
5	Presupuesto.....	154
5.1	Mediciones.....	154
5.1.1	Zanjas <i>c_01</i> .....	154
5.1.2	Cimentaciones apoyos <i>c_02</i> .....	154
5.1.3	Puesta a tierra de los apoyos <i>c_03</i> .....	155
5.1.4	Colocación de apoyos .....	156
5.1.5	Instalación del cable aislado <i>c_06</i> .....	157
5.1.6	Instalación cable aéreo <i>c_06</i> .....	157
5.1.7	Conversión <i>c_07</i> .....	157
5.1.8	Centro de transformación <i>c_08</i> .....	158
5.2	Presupuesto .....	159
5.2.1	Zanjas <i>c_01</i> .....	159
5.2.2	Cimentaciones de los apoyos <i>c_02</i> .....	163
5.2.3	Puesta a tierra de los apoyos <i>c_03</i> .....	166
5.2.4	Instalación de apoyos <i>c_04</i> .....	169
5.2.5	Instalación del cable aislado <i>c_05</i> .....	170
5.2.6	Instalación cable aéreo <i>c_06</i> .....	171
5.2.7	Conversión <i>c_07</i> .....	172
5.2.8	Centro de transformación <i>c_08</i> .....	174
5.3	Resumen presupuesto .....	181
6	Pliego de Condiciones .....	184
6.1	Condiciones generales.....	184
6.1.1	Objeto.....	184
6.1.2	Campo de aplicación .....	184
6.1.3	Normativa y reglamentación .....	184
6.1.4	Materiales.....	185
6.2	Ejecución de la obra .....	186
6.2.1	Inicio de obra .....	186

6.2.2	<i>Fin de obra</i>	186
6.2.3	<i>Libro de órdenes</i>	186
6.2.4	<i>Personal</i>	186
6.2.5	<i>Desarrollo e interpretación del proyecto</i>	187
6.2.6	<i>Trabajos complementarios</i>	187
6.2.7	<i>Modificaciones</i>	187
6.2.8	<i>Trabajos defectuosos</i>	188
6.3	<b>Recepción de la obra</b>	188
6.3.1	<i>Recepción provisional</i>	188
6.3.2	<i>Periodo de garantía</i>	188
6.3.3	<i>Recepción definitiva</i>	188
6.3.4	<i>Responsabilidades</i>	189
6.4	<b>Condiciones Facultativas</b>	189
6.4.1.	<i>Normas a seguir</i>	189
6.4.2	<i>Material y equipamiento</i>	190
6.4.3	<i>Ejecución de la obra</i>	190
6.4.4	<i>Verificaciones y recepciones</i>	190
6.5	<b>Condiciones administrativas</b>	190
6.5.1	<i>Adjudicación de la obra</i>	190
6.5.2	<i>Contrato</i>	191
6.5.3	<i>Prórrogas</i>	191
6.5.4	<i>Recesión del contrato</i>	191
6.5.5	<i>Liquidaciones en caso de rescindir el contrato</i>	191
6.6	<b>Condiciones económicas</b>	192
6.6.1	<i>Liquidaciones</i>	192
6.6.2	<i>Condiciones de pagamiento</i>	192
6.6.3	<i>Precios</i>	192
6.6.4	<i>Impuestos</i>	192
6.6.5	<i>Revisión de precios</i>	192
6.6.6	<i>Certificaciones</i>	193
6.6.7	<i>Fianza y plazos de garantía</i>	193
6.6.8	<i>Cláusulas financieras</i>	193
6.7	<b>Condiciones técnicas</b>	193
6.7.1	<i>Línea aérea de media tensión</i>	193

6.7.2 Línea subterránea .....	199
<b>7 Anexos .....</b>	<b>202</b>
<b>7.1 Estudio de Seguridad y Salud .....</b>	<b>202</b>
7.1.1 Objetivo .....	202
7.1.2 Normativa aplicable .....	202
7.1.3 Obligación del promotor.....	203
7.1.4 El coordinador .....	203
7.1.5 Contratistas y subcontratistas .....	204
7.1.6 Obligaciones de los trabajadores .....	205
7.1.7 Libro de incidencias .....	205
7.1.7 Derecho de los trabajadores .....	206
7.1.8 Prevención de riesgos laborales.....	206
7.1.9 Formación.....	207
7.1.10 Identificación de riesgos y medidas preventivas a aplicar.....	208
7.1.11 Instalación eléctrica provisional en la obra.....	215
7.1.12 Señalización .....	217
<b>7.2 Gestión de residuos .....</b>	<b>217</b>
7.2.1 Objetivo .....	217
7.2.2 Productor .....	217
7.2.3 Poseedor .....	218
7.2.4 Gestor.....	218
7.2.5 Estimación de la cantidad de residuos .....	219
7.2.6 Medidas de prevención para la generación de residuos.....	220



## **Memoria Descriptiva**

Autor: David de las Heras Izquierdo

Director: Lluís Massagués Vidal

Fecha: Octubre 2020

## **2 Memoria Descriptiva**

### **2.1 Objeto**

El presente proyecto tiene como objeto el diseño y cálculo de la instalación de una línea eléctrica de media tensión de 25kV, con parte subterránea hasta el centro de transformación pertinente para favorecer la futura expansión en la zona noroeste del polígono industrial Agroreus, en el municipio de Reus, provincia de Tarragona 43206 (41°09'46''N1°04'16''E).

La nueva línea realizará una aportación de 6MVA desde la subestación de Reus, situada en las afueras de la ciudad con coordenadas UTM (41°06'54''N1°09'47''E).

Este proyecto determina las características técnicas de la instalación de media tensión cumpliendo con el reglamento e instrucciones técnicas en vigencia. Con la redacción de esta memoria se persigue conseguir la aprobación del proyecto, así como la autorización administrativa de la construcción de las instalaciones que aquí se reflejan. Si existiesen partes del proyecto que en esta memoria no quedaran suficientemente claras se aportarían en anexos complementarios.

### **2.2 Alcance**

Con este proyecto de ingeniería eléctrica se pretende diseñar una línea de media tensión con su respectivo centro de transformación. Respetando siempre la normativa vigente, instrucciones técnicas y reales decretos para instalaciones aéreas i subterráneas.

El proyecto constará con el diseño, cálculo mecánico y cálculo eléctrico de:

- Línea eléctrica aérea de media tensión.
- Línea eléctrica subterránea de media tensión.
- Centro de transformación

### **2.3 Antecedentes**

Los antecedentes de este proyecto vienen dados por la inevitable expansión de los polígonos industriales, en nuestro caso el polígono industrial Agroreus. Es el principal polígono industrial en la zona y cuenta con más de 40 empresas en él, teniendo en cuenta que es una zona de fácil acceso y bien comunicada, con terrenos llanos y bien situada, tenemos las características idóneas para que este polígono continúe su expansión.

El polígono se encuentra en el noroeste del centro de Reus, la carretera T-11 y la vía de tren que conecta Zaragoza-Barcelona son los encargados de delimitar el polígono en sus extremos sur y norte, respectivamente.

El hecho de ampliar el polígono industrial supone mejorar la situación laboral de los habitantes de la zona, así como mejorar el prestigio e importancia del polígono y mejorar su funcionamiento.

## 2.4 Disposiciones legales

Se darán cumplimiento a los siguientes documentos e instrucciones:

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión
- Real Decreto 2200/1995, sobre los requisitos de seguridad industrial la seguridad industrial
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y modificado por la Ley Ómnibus RD 560/2010, de 7 de mayo, sobre las condiciones técnicas y las garantías que tienen que presentar las instalaciones eléctricas.
- Normas de la empresa distribuidora ENDESA Distribución Eléctrica, SLU
- Real Decreto 201/1994, de 26 de Julio, regulador de derribos y otros residuos de la construcción, y en el Decreto 161/2001, de 12 de junio que lo modifica.
- Real Decreto 1.955/2.000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 919/2006, de 28 de Julio, por el que se obliga a todas las entidades, empresas y personas que han de realizar trabajos en la vía pública, soliciten información sobre las instalaciones de distribución de gas en la zona, a la empresa distribuidora.
- Real Decreto 314/2006 por el cual se aprueba el Código Técnico de la edificación en su Documento Básico de Seguridad en caso de incendio.
- BOE-326, determina Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrónico de baja tensión.
- Real Decreto 263/2008, de 22 de febrero, por el que se establecen medidas de carácter técnico a líneas eléctricas de alta tensión, con objetivo de proteger la avifauna.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Ordenanzas municipales de aplicación.
- Condiciones impuestas por los organismos públicos afectados y ordenanzas municipales.
- Normalización Nacional. Normas UNE y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 02.

- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1996 de 20 de octubre.

## 2.6 Programas de cálculo

Con el fin de realizar este proyecto, he dado uso de los siguientes programas:

- Google Earth, para localizar ubicaciones de origen y fin, obtener coordenadas de los lugares de interés e inspección visual del terreno.
- Mapas catastrales y topográficos de Sede Electrónica del Catastro.
- AutoCAD 2020 LT, para realizar planos y trazado de la línea.
- Imedexa 1.5, programa encargado del replanteo de la línea y sus condiciones técnicas
- Generador de precios, para obtener un coste aproximado del proyecto.

## 2.7 Plan de la gestión de calidad aplicada durante la redacción del proyecto

Para la redacción del proyecto se han seguido los criterios generales para la elaboración de proyectos de ingeniería, conforme indica la norma UNE 157001 de 2014, y certifica AENOR, así como el cumplimiento de Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y Reglamento de líneas eléctricas de Alta Tensión (RLAT).

## 2.8 Bibliografía

-Juan Antonio Calvo Saéz, Manual básico de instalaciones eléctricas de baja tensión, edición Canaria, junio de 2016.

-Prysmian Group, El libro blanco de la instalación, Draka, 2018

## 2.9 Webgrafía

[http://www.promelsa.com.pe/pdf/fitec\\_trans\\_trifasico.pdf](http://www.promelsa.com.pe/pdf/fitec_trans_trifasico.pdf) [ficha técnica del transformador para el centro de transformación] 10/10/2020.

[https://www.ormazabal.com/sites/default/files/descargas/ca-333-es-1806\\_web.pdf](https://www.ormazabal.com/sites/default/files/descargas/ca-333-es-1806_web.pdf) [para la consulta de módulos del centro de transformación prefabricados] 10/10/2020.

[http://www.zaldibar.eus/es-ES/Ayuntamiento/Urbanismo/2019\\_SR1DEF\\_03\\_Constructivos/SR%201%20ZALDIBAR%20%202%20CONSTRUCTIVOS-4.2.2.%20TIPOS](http://www.zaldibar.eus/es-ES/Ayuntamiento/Urbanismo/2019_SR1DEF_03_Constructivos/SR%201%20ZALDIBAR%20%202%20CONSTRUCTIVOS-4.2.2.%20TIPOS) [Modelo de los diferentes tipos de zanjas]

## 2.10 Definiciones i abreviaturas

- RD: Real Decreto
- RLAT: Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión
- REBT: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- ITC: Instrucción Técnica Complementaria
- BOE: Boletín Oficial del Estado
- LAT: Línea Alta Tensión
- MT: Media Tensión
- BT: Baja Tensión
- CT: Centro de Transformación
- CGE: Cuadro General Eléctrico
- SE: Subestación Eléctrica
- IGA: Interruptor General Automático
- IM: Interruptor Magnetotérmico
- msnm: Metros sobre nivel del mar
- Coordenadas UTM: Sistema de coordenadas Universal Transverse Mercator
- EDS: Every Day Stress

## 2.11 Requisitos de diseño

### 2.11.1 Características de la instalación

La Línea está situada en el municipio de Reus, en la provincia de Tarragona.

Dado que la línea trabaja a 25kV, está considerada una línea de tercera categoría. Ésta, transporta una potencia aparente de 6MVA, a través de un circuito simple, un solo conductor por fase con un conductor

- Longitud (km): 15, 766
- Tensión (kV): 25
- Categoría de la línea: 3<sup>a</sup>
- Potencia a transportar: 6 MVA
- Conductor: LA-110 (94-AL1/22-ST1A)
- Tipo de montaje: Circuito simple
- Conductores por fase: 1

- N.º de apoyos proyectados: 90
- Velocidad del viento: 180 km/h
- EDS zonas A, B, C (T=20°C): 10%

### ***2.11.2 Emplazamiento de la Línea***

El inicio de la línea se encuentra situado en la subestación Eléctrica de Reus, situada entre el municipio de la Canonja y Reus, en las coordenadas (41°09'46''N1°04'16''E). Se creará una nueva Línea de 30kV que llegará hasta el polígono industrial Agroreus(41°06'54''N1°09'47''E), permitiendo nuevos puntos de anclaje ya que todas las torres serán de nueva construcción.

El trazado de la línea tiene un recorrido total de 16,053 kilómetros, de los cuales 15,766 metros aéreos y 287 metros subterráneos. Según el ITC-LAT-07 de 2014, como la línea está a menos de 500 metros respecto el nivel del mar (alrededor de 150-250m), es de zona A, por lo que no se tendrá en cuenta sobrecargas motivadas por el hielo, por ejemplo.

La Línea dispone de 90 apoyos con cruceta de tipo S, contando con los modelos HAR-5000, HAR-7000 y HAR-9000, con sus respectivas alturas en cada modelo.

La línea tiene cruzamientos con carreteras, ferrocarriles electrificados y líneas de tensión, que se especificarán más adelante.

### ***2.11.3 Características de línea aérea***

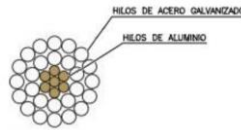
Tomaremos como guía la Instrucción Técnica ITC-LAT 07.

#### ***2.11.3.1 Conductores***

Las líneas serán de sección uniforme y adecuadas a las características de carga de la línea cumpliremos todas las reglamentaciones y normativas establecidas en el ITC-LAT 07. El conductor elegido es de tipo Aluminio-Acero, según la norma UNE-50182, tiene las siguientes características:

- Denominación: LA-110 (94-AL1/22-ST1A)
- Sección total (mm<sup>2</sup>): 116,2
- Diámetro total (mm): 14.0 mm
- Número de hilos de aluminio: 30
- Número de hilos de acero: 7
- Carga de rotura (kg): 4400
- Resistencia eléctrica a 20 °C (Ohm/km): 0,3066
- Peso (kg/m): 0,432
- Coeficiente de dilatación (°C): 1,78E-5
- Módulo de elasticidad (kg/mm<sup>2</sup>): 8200
- Densidad de corriente (A/mm<sup>2</sup>): 3,18

- Tense máximo (Zona A): 440 Kg
- EDS (En zona A): 10%



**Figura 1.** Conductor LA-110

### ***2.11.3.2 Tipología de Apoyos***

Los conductores de la línea se fijarán mediante aisladores y los cables de tierra de modo directo a las estructuras de apoyo. Las estructuras pueden ser metálicas, de hormigón, madera u otros materiales apropiados. En nuestro caso se ha utilizado torres metálicas, que cumplan con las normas UNE y AND001, apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas MT de hasta 25kV.

Podemos clasificar los apoyos, en función del tipo de cadena de aislamiento, de la siguiente forma:

- Apoyo de suspensión: Apoyo con cadenas de aislamiento de suspensión.
- Apoyo de amarre: Apoyo con cadenas de aislamiento de amarre, de los cuales obtendremos la mayoría de los 90 apoyos.
- Apoyo de anclaje: Apoyo con cadenas de aislamiento de amarre destinado a proporcionar un punto firme en la línea.
- Apoyo de principio o fin de línea: Son los apoyos primero y último de la línea, con cadenas de aislamiento de amarre.
- Apoyos especiales: Son aquellos que tienen una función diferente a las definidas en la clasificación anterior.

### ***2.11.3.3 Clasificación de los Apoyos Según su Ubicación***

Los apoyos se clasifican también según su ubicación y de la frecuencia de gente que pase por éste. Encontramos dos grandes tipos: Frecuentados y no frecuentados.

Un apoyo frecuentado es aquel que está situado en lugares de acceso público y están en presencia personas ajenas a la instalación eléctrica. Dentro de los apoyos frecuentados tenemos distintos tipos:

- Apoyo frecuentado con calzado, donde se tendrá en cuenta la resistencia media del calzado
- Apoyos frecuentados sin calzado, se tendrá en cuenta resistencia nula

Por otro lado, tenemos los apoyos no frecuentados, que son aquellos que están en lugares que no son de acceso público, o el acceso es poco frecuente.

#### **2.11.3.3.1 Apoyos de Fin de Línea**

En los apoyos de fin de línea, el primero y el último, se montarán los siguientes elementos:

- 3 cadenas de amarre de aisladores, con 4 unidades cada una. – Aisladores tipo COMP-30-70-500
- 3 Ud. – Grapa de amarre GA\_2.
- 3 Ud. - Grilletes Recto, tipo GN.
- 3 Ud. - Anilla bola, tipo AB\_16.
- 3 Ud. - Rótula corta, tipo R-16.

#### **2.11.3.3.2- Apoyos de Ángulo-amarre**

Los apoyos de Ángulo-amarre de línea serán **25**, y llevarán los siguientes componentes:

- 3 cadenas simples de amarre de aisladores, con 4 unidades cada una. – Aisladores tipo COMP-30-70-500
- 3 Ud. – Grapa de alineación GS\_2.
- 3 Ud. - Grilletes Recto, tipo GN.
- 3 Ud. - Anilla bola, tipo AB\_16.
- 3 Ud. - Rótula corta, tipo R-16.

#### **2.11.3.3.3- Apoyos de Alineación de Amarre**

Nuestra línea proyectada cuenta con **55** apoyos de amarre y/o anclaje que llevarán las siguientes cadenas, asimismo contará con **8** apoyos de anclaje:

- 6 cadenas de amarre de aisladores poliméricos. Aisladores tipo COMP-30-70-500
- 6 Ud. – Grapa de alineación GA\_2.
- 6 Ud. - Grilletes Recto, tipo GN.
- 6 Ud. - Anilla bola, tipo AB\_16.
- 6 Ud. - Rótula corta, tipo R-16.

#### **2.11.3.4 Amarres**

Los requisitos técnicos de los amarres han de cumplir lo dispuesto en las ITC-LAT-07. Su tamaño será en función de la distancia de seguridad entre los conductores, distancias de seguridad al terreno y distancia de seguridad entre masas metálicas. Los amarres se utilizarán en los apoyos de tipo alineación y de ángulo.

### **2.11.3.5 Aisladores y sus Cadenas**

Las características y dimensiones de los aisladores utilizados para la construcción de las líneas aéreas deben cumplir siempre que sea posible, UNE-EN 61466-1 y UNE-EN 61466-2, para aisladores de tipo compuesto de goma o silicona.

Si el aislador es de tipo rígido columna, o peana, sin embargo, tendremos de referencia CEI 60720. Los aisladores rígidos se pueden instalar en puentes flojos para fijar los conductores al apoyo, pero nunca se podrán poner a inicio o final de línea.

Las cadenas de los aisladores, siempre que sea posible deberán cumplir con UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433, así como AND012 para tensiones de hasta 30kV. Las cadenas han de tener un coeficiente de seguridad no inferior a 3, según indica ITC-RLAT 07.

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

El aislador elegido, y sus características, es:

- Tipo: COMP-30-70-500
- Material: **Polimérico**
- Diámetro (mm): 128
- Línea de fuga (mm): 1146
- Peso (Kg): 2,4
- Carga de rotura (Kg): 7000
- Tensión soportada a frecuencia industrial (kV): 95
- Tensión soportada al impulso de un rayo (kV): 215

Longitud de la cadena de amarre y altura del puente:

- Longitud total de la cadena (m): 0,6
- Altura del puente en apoyos de amarre (m): 0,6
- Ángulo de oscilación del puente(°): 20

Para la cadena de amarre utilizaremos el siguiente grapado:

- Grilletes Recto GN
- Anilla bola AB16
- Rótula corta R16

### **2.11.3.6 Herrajes y Accesorios**

Se consideran herrajes todos los elementos utilizados para la fijación de los aisladores al apoyo y al conductor, los elementos de fijación del cable de tierra al apoyo y los elementos de protección eléctrica de los aisladores.

El diseño de los herrajes y accesorios de la línea aérea deben satisfacer los requisitos de carga mínima de rotura determinado en el apartado 3.3 de ITC-LAT 07. En nuestro caso 3.

Las características mecánicas de los herrajes cumplirán con los requisitos de resistencia mecánica en las normas UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433 o UNE-EN 61466-1. Las dimensiones de acoplamiento de los herrajes a los aisladores deberán cumplir con la Norma UNE 21009 o la Norma UNE 21128. Los dispositivos de cierre y bloqueo utilizados en el montaje de herrajes con uniones tipo rótula cumplirán con los requisitos de la norma UNE-EN 60372. Todos los herrajes cumplirán con la norma AND 009, siempre que sean de líneas de hasta 36kV.

<b>Herraje</b>	<b>Tipo</b>	<b>Peso aproximado (Kg)</b>	<b>Carga de rotura (Kg)</b>
Grapa de Amarre	GA_2	1	6000
Grilletes Recto	GN	0,45	13500
Anilla bola	AB_16	0,45	11000
Rótula corta	R-16	0,5	11000

**Tabla 1.** Herrajes y accesorios

#### ***2.11.3.7 Amortiguadores para los conductores eléctricos***

Dado que trabajamos sobre una línea de larga distancia, se pueden causar daños por vibraciones, así que intentaremos reducirlos al máximo mediante amortiguadores de fatiga del conductor en el punto de anclaje. Los separadores y una tracción adecuada debidamente posicionada ayudan a prevenir también estos fenómenos.

#### ***2.11.3.8 Piezas de conexión***

Cuando se tengan que conectar metales diferentes, que creen pares galvánicos, pudiendo causar una corrosión galvánica, las uniones se realizarán mediante piezas de conexión bimetálica apropiadas para limitar estos efectos. Se protegerán con cintas anticorrosivas en las partes con posibles oxidaciones.

#### ***2.11.3.9 Terminales***

Los terminales han de cumplir con la norma NNZ015 Terminales rectos de aleación para conductores de aluminio y acero

### **2.11.3.10 Dispositivos anti trepado**

Según indica la ITC-LAT 07, aquellos soportes que estén situados en zonas de paso frecuentado, se deberán instalar dispositivos anti trepado con tal de dificultar la electrocución a posibles curiosos, como, por ejemplo, dispositivos con puntas colocadas hacia abajo. Dichos dispositivos cumplirán con las normas AND017.

#### **2.11.3.10.1 Placas de señalización**

Cada soporte irá señalizado con el símbolo de riesgo eléctrico, además, todos los apoyos irán numerados para poder identificarlos. Todos los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico, situado a una altura visible y legible desde el suelo a una distancia mínima de 2m.

Se colocarán en la cara del soporte más cercano a las zonas de paso y siempre a una altura de 3 metros sobre el suelo. Si el soporte tiene la capacidad de maniobrar quedará igualmente identificado. Podemos ver un ejemplo a continuación:



**Figura 2.** Ejemplo de señalización

### **2.11.3.11-Distancias de seguridad**

#### **2.11.3.11.1 Distancia entre conductores**

La distancia entre los conductores de fase del mismo circuito debe ser tal que no haya riesgo alguno de cortocircuito entre fases, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento. Para tener una distancia entre conductores aceptable, tenemos que recurrir a la ITC-LAT 07, donde nos indica la relación que debe tener la distancia:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp} \quad (1)$$

D= Separación entre conductores de fase, en metros

K= Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, lo obtendremos de la tabla.

F= Flecha máxima en metros

L= Longitud de la cadena de amarre, si los conductores están fijados al apoyo de alguna forma, L sería nula, en metros

$K'$  = constante que depende de la tensión nominal de la línea.

$D_{pp}$  = Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones.

Angulo de oscilación	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

**Tabla 2.** Coeficiente K en función del ángulo de oscilación

### 2.11.3.11.2 Distancia de asilamiento para evitar descargas eléctricas

Se consideran tres tipos de distancias eléctricas:

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

- $D_{el}$ : Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

- $a_{som}$ : Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores

Tensión más elevada en la red (kV)	$D_{el}$ (m)	$D_{pp}$ (m)
24	0,22	0,25
30	0,27	0,33

**Tabla 3.** Distancias de aislamiento para evitar descargas eléctricas

### 2.11.3.11.3 Cruces con líneas eléctricas

Estos son puntos críticos de la instalación, de tal manera que debemos cumplir con lo establecido en el artículo 5 de RLAT, sobre distancias mínimas de seguridad. Siempre que sea posible, intentaremos que los cruces con carreteras y líneas de menor tensión se hagan lo más cerca posible del apoyo de la línea, dicho apoyo debe estar reforzado soportes y una buena cimentación.

En los cruces con líneas eléctricas se situará la línea de tensión más elevada por encima, siempre, y como se ha dicho se intentará que el cruce esté cerca de algún apoyo. Las distancias por la línea superior e inferior vienen dadas por las siguientes instrucciones:

- 2 metros para líneas de tensión de hasta 45 kV
- 3 metros para líneas de tensión superior a 45 kV y hasta 66 kV
- 4 metros para líneas de tensión superior a 66 kV y hasta 132 kV
- 5 metros para líneas de tensión superior a 132 kV y hasta 220 kV
- 7 metros para líneas de tensión superior a 220 kV y hasta 400 kV

La distancia mínima vertical que existe en el cruce de líneas se puede describir por la siguiente fórmula:

$$D_{add} + D_{pp} \quad (2)$$

- $D_{add}$ : Distancia adicional de cruce

- $D_{pp}$ : Distancia de aislamiento mínima en el aire

Donde podemos extraer del ITC LAT 07 los siguientes valores:

Tensión nominal de la red (kV)	$D_{add}$ (m)	
	Cuando el apoyo de la línea está a una distancia superior a 25 metros	Cuando el apoyo de la línea está a una distancia inferior a 25 metros
De 3 a 30kV	1,8	2,5

**Tabla 4.** Distancias de aislamiento de cruce para evitar descargar eléctricas

#### **2.11.3.11.4 Paralelismos con líneas eléctricas**

En caso de construir líneas paralelas a otras líneas de transporte eléctrico o bien telecomunicaciones, siempre en medida de lo posible, se mantendrá una distancia no inferior de 1,5 veces la altura del apoyo más alto, como indica el apartado 5.6.2 del ITC LAT 07.

#### **2.11.3.11.5 Distancias con carreteras**

Para la instalación de apoyos, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

Siempre que construyamos un apoyo cerca de una carretera, se mantendrá una distancia de tres medias partes del punto de apoyo más alto, aunque si esto no se puede cumplir, la línea límite para la edificación está situada a 50 metros en autopistas, autovías, y vías rápidas. Para el resto de las carreteras se tendrán que respetar 25 metros de separación.

### ***2.11.3.11.6 Distancias a ferrocarriles***

#### ***2.11.3.11.6.1 Distancias con ferrocarriles no electrificados***

Los apoyos se han de situar a una distancia mínima de 50 metros hasta el punto límite exterior del ferrocarril sin electrificar. Queda totalmente prohibido instalar un apoyo a una distancia inferior a una vez y media la altura del apoyo.

#### ***2.11.3.11.6.2 Cruces con ferrocarriles sin electrificar***

Se tendrá que dejar un espacio mínimo vertical de 8 metros entre los conductores de la línea eléctrica y las partes superiores del ferrocarril.

#### ***2.11.3.11.6.3 Distancias con Ferrocarriles Electrificados, Tranvías I TROLEIBUSES***

Los apoyos se han de situar a una distancia mínima de 50 metros hasta el punto límite exterior del ferrocarril sin electrificar. Queda totalmente prohibido instalar un apoyo a una distancia inferior a una vez y media la altura del apoyo.

#### ***2.11.3.11.6.4 cruce con ferrocarriles electrificados, Tranvías I TROLEBUSES***

La distancia mínima vertical entre los conductores eléctricos con su punto de pando máximo previsto, con relación al punto más alto de las líneas eléctricas, telefónica y telegráficas de los ferrocarriles serán 4 metros

#### ***2.11.3.11.6.5 Distancias con Teleféricos y CABLES Transportadores***

La distancia mínima vertical entre los conductores eléctricos con su flecha vertical máxima prevista, a la parte más elevada del teleférico será de 5 metros.

### ***2.11.3.11.7 Cursos naturales de agua, terreno y vegetación***

#### ***2.11.3.11.7.1 Distancia DE los Conductores AL Terreno, Caminos, Senderos y Cursos de Agua no Navegables***

La distancia mínima de los conductores de la línea con cualquier punto del terreno, caminos, senderos o cursos de agua no navegables será de 7 metros, teniendo en cuenta las posibles

desviaciones previstas por las hipótesis de temperatura y hielo más desfavorables, por lo que posiblemente, como en todos los casos anteriores, tengamos que añadir un poco de margen debido al viento, dado que no vamos a sufrir por hielos en esta zona, según el ITC LAT 07.

#### **2.11.3.11.7.2 Distancias a ríos y canales, navegables o flotables**

Para la instalación de apoyos, ya sea en caso de paralelismo o cruzamiento, ITC LAT 07 nos indica que, la instalación del apoyo se realizará a 25 metros como mínimo, y vez y media la altura del apoyo desde el borde del cauce fluvial en su máximo caudal. Si la administración correspondiente lo permite, se reducirá dicha distancia.

En el caso de que la línea cruce por encima del río, la altura mínima de los conductores eléctricos sobre el nivel del agua, considerando el caudal máximo de esta, viene dado por la forma:

$$G + D_{pp} + D_{el} = 3,5 + D_{el} + G \quad \text{en metros} \quad (3)$$

Donde G es el gálibo,  $D_{el}$  viene especificada en apartados anteriores. Si no existe gálibo se tomará 4,7 metros de referencia.

#### **2.11.3.11.7.3 Paso por Bosques, árboles y Masas de Arbolado**

Dado que son zonas de riesgo por la existencia de incendios, creados por contacto con ramas o caídas de troncos, se deberá crear una línea de protección por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada en ambos lados según la siguiente relación:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \quad (4)$$

Con un mínimo de 2 metros

#### **2.11.3.11.8 Distancias a Edificios, Construcciones I Zonas Urbanas**

Según el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, no se puede construir edificios o instalaciones industriales, a menos de la distancia indicada a continuación:

$$D_{add} + D_{el} = 3,3 + D_{el} \quad (5)$$

Con un mínimo de 5 metros. Análogamente, tampoco podremos construir líneas dentro de la franja que limita dicha fórmula.

### ***2.11.3.12 Protecciones***

En las líneas eléctricas y sus derivaciones se dispondrán las protecciones contra sobreintensidades y sobretensiones necesarias de acuerdo con la instalación receptora. En los puntos extremos de la línea eléctrica, sea la categoría que sea, se deberá poner protecciones contra cortocircuitos o defectos en la línea.

El accionamiento automático de los interruptores podrá ser realizado por relés directos en líneas de tercera categoría que es nuestro caso.

### ***2.11.3.13 Puesta a tierra de los apoyos***

La puesta a tierra de los apoyos variará en función del tipo de éste, en los apoyos no frecuentados, se realizará una instalación de picas de alma de acero galvanizado, con el exterior cubierto de cobre puro electrolítico, con tal de limitar las tensiones a tierra que se puedan originar, el valor de la resistencia de puesta a tierra será lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra, inferior a 20 ohmios.

Los electrodos, han de soportar la corrosión y esfuerzos mecánicos, deberán ser de un material, diseño, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del propio terreno, de modo que puedan garantizar una resistencia de difusión mínima en cada caso y de larga permanencia.

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

### ***2.11.3.14 Conductores de puesta a Tierra***

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

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

Estos elementos son los que nos permiten unir los electrodos a tierra con las partes metálicas del apoyo. Jamás podremos utilizar elementos como fusibles o interruptores, y estos conductores deben ser resistentes a la corrosión, dispuestos de tal forma que no sufran mecánicamente.

Desde el punto de vista térmico, el conductor debe resistir la corriente de falta más elevada que se pueda generar en la línea.

### 2.11.3.15 Cimentaciones

Para una eficaz estabilidad de los apoyos, éstos se encastrarán en el suelo en bloques de hormigón u hormigón armado, calculados de acuerdo con la resistencia mecánica del mismo. Las características de las cimentaciones de cada uno de los apoyos será la siguiente:

N.º de Apoyo	Apoyo	Tipo de Terreno	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación	Volumen Hormigón
				a	h	b	H	c		
1	HAR-9000-13	Normal	Monobloque	1,93	2,53	-	-	-	9,42	10,17
2	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,78	2,38	-	-	-	7,54	8,17
3	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
4	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,54	2,2	-	-	-	5,22	5,69
5	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
6	HAR-9000-15	Normal	Monobloque	2,06	2,57	-	-	-	10,91	11,75
7	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
8	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
9	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
10	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
11	HAR-7000-15	Normal	Monobloque	1,88	2,46	-	-	-	8,69	9,4
12	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
13	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
14	HAR-9000-15	Normal	Monobloque	2,06	2,57	-	-	-	10,91	11,75
15	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
16	HAR-7000-13	Normal	Monobloque	1,78	2,41	-	-	-	7,64	8,27
17	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
18	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Memoria Descriptiva

19	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
20	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
21	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
22	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
23	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
24	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
25	HAR-5000-18	Normal	Monobloque	1,78	2,38	-	-	-	7,54	8,17
26	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
27	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
28	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
29	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
30	HAR-9000-13	Normal	Monobloque	1,93	2,53	-	-	-	9,42	10,17
31	HAR-7000-11	Normal	Monobloque	1,68	2,34	-	-	-	6,6	7,17
32	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
33	HAR-7000-13	Normal	Monobloque	1,78	2,41	-	-	-	7,64	8,27
34	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
35	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
36	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
37	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
38	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
39	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
40	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
 Memoria Descriptiva

41	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
42	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
43	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
44	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
45	HAR-7000-11	Normal	Monobloque	1,68	2,34	-	-	-	6,6	7,17
46	HAR-5000-18	Normal	Monobloque	1,78	2,38	-	-	-	7,54	8,17
47	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
48	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
49	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
50	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
51	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
52	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
53	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
54	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
55	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
56	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
57	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
58	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
59	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
60	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
61	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
62	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37

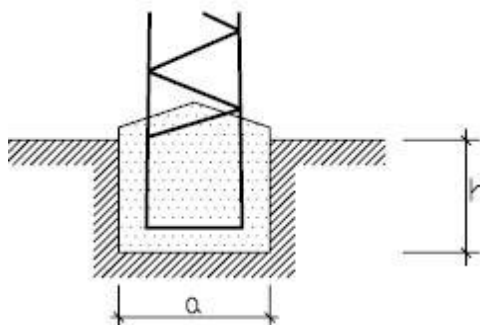
Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Memoria Descriptiva

63	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
64	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
65	HAR-9000-15	Normal	Monobloque	2,06	2,57	-	-	-	10,91	11,75
66	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
67	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,7	2,38	-	-	-	6,88	7,46
68	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,93	2,53	-	-	-	9,42	10,17
69	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,78	2,38	-	-	-	7,54	8,17
70	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
71	HAR-7000-15	Normal	Monobloque	1,54	2,2	-	-	-	5,22	5,69
72	HAR-9000-18	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
73	HAR-9000-13	Normal	Monobloque	2,06	2,57	-	-	-	10,91	11,75
74	HAR-5000-18	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
75	HAR-9000-15	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
76	HAR-9000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
77	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
78	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,88	2,46	-	-	-	8,69	9,4
79	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
80	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
81	HAR-9000-15	Normal	Monobloque	2,06	2,57	-	-	-	10,91	11,75
82	HAR-9000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
83	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,78	2,41	-	-	-	7,64	8,27
84	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37

85	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
86	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
87	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
88	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64
89	HAR-5000-11	Normal	Monobloque	1,71	2,32	-	-	-	6,78	7,37
90	HAR-5000-9	Normal	Monobloque	1,64	2,27	-	-	-	6,11	6,64

**Tabla 5.** Cimentaciones

En las cimentaciones de hormigón se cuidará de su protección en el caso de suelos o aguas que sean agresivos para el mismo, además, las dimensiones de las cimentaciones de los apoyos serán distintas en función del terreno, como se indica en el ITC LAT 07. Contamos con 67 cimentaciones monobloque, se utilizará un volumen total de hormigón de 497,99 m<sup>3</sup>



**Figura 3.** Cimentación Monobloque

### **2.11.3.16 Protecciones avifauna, zona ZEPA, PEIN**

Al diseñarse una línea eléctrica aérea debe limitarse su impacto sobre el medio ambiente. El Real Decreto 1432/2008, del 29 de agosto, establece una serie de medidas para la protección contra la colisión y electrocución.

Nuestra línea en concreto no atraviesa ninguna zona de protección para las aves (ZEPA), ni zonas del plan de espacios de interés nacional (PEIN), sin embargo, la parte noroeste de nuestra instalación está situada relativamente cerca de una zona ZEPA, en concreto en la zona de las montañas de Prades, que, sin tener la necesidad de tomar medidas por ley, podemos invertir un poco para prevenir futuros problemas. De tal manera que, si el presupuesto queda algo más ajustado de lo esperado, pondremos protección en la parte noroeste de la línea, con elementos que faciliten la visión y prevengan dichas colisiones.

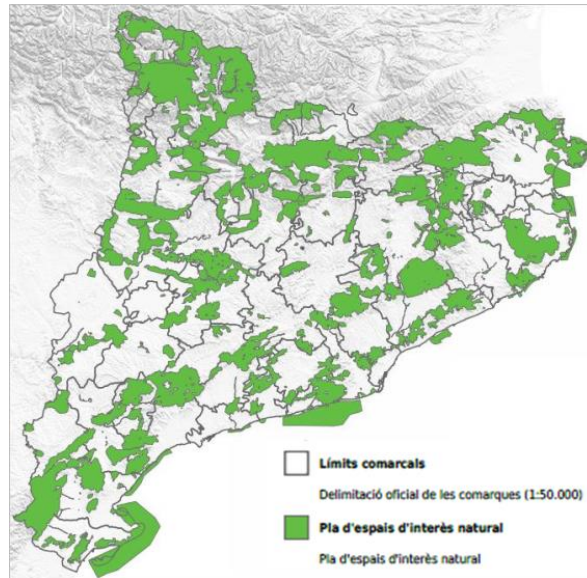


Figura 4. Zonas de protección de carácter natural

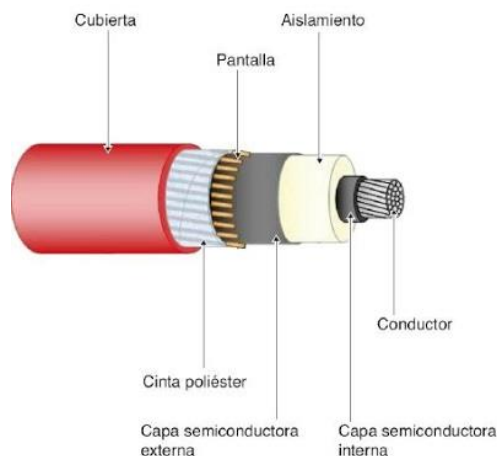
#### 2.11.4 Características de la Línea Subterránea

Vamos a realizar la instalación de una línea de circuito simple y de longitud total de 287,67 metros subterráneos. Se emplearán conductores de tipo RHZ1 3x1x400 AL 18/30kV, protección XLPE, con pantalla de  $25\text{mm}^2$ , para transportar una potencia de 6MVA.

##### 2.11.4.1 Conductores Subterráneos

Para la línea subterránea vamos a utilizar un conductor unipolar, con aislamiento XLPE, Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE-EN 60228. En el caso del cable con aislamiento XLPE, éste estará obturado mediante hilaturas hidrófugas. Pantalla metálica de  $25\text{mm}^2$ , cinta de cobre tipo RHZ1 3x1x400 Al 18/30 kV. Algunos datos importantes son:

- Sección de  $400\text{mm}^2$
- Tensión 18/30 kV
- Resistencia máxima a 90 grados de 0,102 ohmios por cada kilómetro
- Reactancia por fase al tresbolillo de 0,097 ohmios por cada kilómetro
- Capacidad de 0,286 picofaradios por cada kilómetro
- Temperatura máxima de servicio, 90 grados
- Temperatura máxima de cortocircuito ( $t < 5\text{s}$ ), 250 grados



*Figura 5. Conductor subterráneo RHZ1*

#### **2.11.4.2 Zanjas**

Las zanjas se realizarán con unas dimensiones que permitan una fácil y segura instalación de los conductores.

Las zanjas se realizarán con una profundidad y amplitud en función de donde sean realizadas. En el fondo de la rasa se dejará un margen de 0,06 metros de tierra fina y sobre esta capa se apoyarán los conductores unipolares. Una vez instalados los conductores se cubrirán de arena hasta llegar a los 0,3 metros de profundidad. Con tal de señalar a futuras obras en la zona, se colocarán placas de señalización de riesgo eléctrico, y sobre estas rellenaremos el espacio restante con tierra libre de piedras de forma manual, depositando una capa de 0,20 metros. La capa final será con el material procedente de la extracción inicial y compactado en capas de 0,15 centímetros con medios mecánicos.

Para finalizar la zanja, se instalará una cinta de señalización de riesgo eléctrico a 0,15 m del nivel del suelo. Siempre que sea posible se realizarán las zanjas en terreno de dominio público, bajo aceras o calzadas. En el caso de tener que realizar algún cambio durante la obra, se indicaría en el AS BUILT.

##### **2.11.4.2.1 Zanjas en la Calzada**

En este caso se intentará realizar la rasa paralelamente a la acera a 1,10 metros de profundidad con una amplitud de 0,50 metros, en el caso de tener que soportar el peso de los vehículos debido a los cruces, se instalarán medidas de protección como placas o tubos hormigonados de doble capa.

#### ***2.11.4.2 Zanjas en Tierra***

De la misma forma, se intentarán hacer paralelas a los caminos, a una profundidad de 0,90 metros y con una amplitud de 0,40 metros, y también se tomarán medidas en caso de cruzamientos.

#### ***2.11.4.3 Zanjas en Acera***

El trazado será perpendicular en este caso, intentando realizar el mínimo trayecto posible por debajo de estas, a una profundidad de 0,90 metros y 0,40 metros de ancho. En caso de cruce frecuentado la profundidad de la rasa será de 1,20 metros.

#### **2.11.4.3 Puesta del conductor a tierra**

En las líneas subterráneas los conductores realizarán la puesta a tierra mediante un mallado metálico en cada extremo de la línea, aprovechando el centro de transformación, no podrá presentar la puesta a tierra una resistividad inferior a 20 ohmios.

#### **2.11.4.4 Señalizaciones**

La línea subterránea irá señalizada con tal de avisar a futuras obras de la existencia de cableado. En la parte inferior colocaremos una placa fina de plástico, de color amarillo con franjas negras. En la capa superior, situaremos la cinta a 0,20 metros. Esta cinta será amarilla con franjas negras.

### **2.12 Características del Centro de Transformación**

Se instalará un centro de transformación, con un transformador único de 1000kVA de potencia, con el que cubriremos las exigencias para suministrar las nuevas posibles construcciones en el polígono de Agroreus. El centro de transformación vendrá equipado con una celda para posibles ampliaciones futuras.

El centro de transformación cuenta con la zona de cliente y la zona de la compañía. La acometida del centro de transformación será subterránea, alimentado con una línea de media tensión de 25 kV y una frecuencia de 50Hz.

### ***2.12.1 Ubicación del Centro de Transformación***

El centro de transformación se ubicará en la calle noroeste que delimita actualmente el polígono de Agroreus, dando fácil acceso a las zonas de futura construcción del polígono. El sitio exacto quedará reflejado en los planos.

El centro de transformación prefabricado estará situado encima de tierra previamente preparada para poder pasar los conductores pasamuros, será colocado mediante camión pluma. El centro de transformación será de tipo modular prefabricado para instalar el transformador de 1000 kVA y sus respectivas celdas.

### ***2.12.2 Instalaciones del Centro de Transformación***

#### ***2.12.2.1 Centro Prefabricado***

El centro de transformación será construido con piezas de hormigón armado, compuesto por 4 paredes, más la base y el techo que irán sellados mediante juntas de goma para evitar posibles filtraciones. Las armaduras metálicas de las piezas de hormigón estarán conectadas entre sí a través de puentes, hecho con mallado de cobre, con el objetivo de garantizar una equipotencialidad, asimismo irán conectadas a puesta a tierra como medida de seguridad. Sin embargo, las puertas del centro de transformación y las partes metálicas del exterior deben quedar aisladas de la puesta a tierra.

El techo del centro de transformación estará cubierto con pintura epoxy, lo que nos permite tener el habitáculo protegido frente filtraciones de agua y de la corrosión del material exterior, según indica UNE-EN 60298. Por otro lado, el suelo del CT será de tapas de registro de hormigón armado, lo que nos facilitará la instalación del CT, así como su mantenimiento.

#### ***2.12.2.2 Cimentación del C.T.***

El terreno donde se instalará el centro de transformación ha de tener una serie de características, como por ejemplo una densidad de terreno suficiente para aguantar una presión de  $1 \text{ kg/cm}^2$ .

Las partes prefabricadas del CT son de hormigón armado y vienen montadas de fábrica. Se realizará un foso de arena compacta de unos 10 o 20 centímetros en la base con el objetivo de que pasen los tubos pasamuros de doble capa de  $160 \text{ mm}^2$ , como indican las normas UNESA.

#### ***2.12.2.3 Celdas de protección y maniobra***

Para realizar este proyecto utilizaremos celdas prefabricadas de la compañía Ormazabal, las cuales disponen de accionamientos de corte asilados con gas SF6. El apareje de estas celdas se protege eficazmente contra polvo, humedad y las posibles descargas por contacto directo como indica la norma CEI 56-4-17.

El frontal de las celdas está dotado de un esquema impreso para realizar las maniobras con la seguridad adecuada, una placa de características, un indicador del estado del gas SF6 y LED's EkorVips para la comprobación de tensión. Estas celdas están diseñadas de tal manera que es imposible realizar maniobras según la norma UNE-En 60298, con los principios de Poka-Yoke.

Todas las celdas tendrán capacidad para la conexión de un conductor por borne. Además, todas las celdas dispondrán de pasadores de cerámica para la conexión de terminaciones de cables y acoplar las celdas entre si según la norma UNESA 5205A. La intensidad nominal de los embarrados es de 630A. En este proyecto no nos haremos cargo de la legalización celdas de la compañía, entrada salida y entrega a cliente.

Características generales de las celdas:

- Tensión asignada de 36kV
- Intensidad asignada de 630A
- Para faltas de corta duración,  $t < 1s$ , intensidad admisible 20kA

El CT estará formado por las siguientes celdas y elementos:

#### **2.12.2.4 Transformador de Potencia**

Para el transformador de potencia, he escogido un transformador de 1000kVA de la casa Promelsa, con una tensión de fases de 25 kV en el primario y 0,4 kV en el secundario. El neutro será accesible en baja tensión, con 3 terminales de conexión, conexión Delta/Estrella en el lado de media tensión, con aislador de porcelana y polimérico. Las características beneficiosas para este transformador son: Reducción del mantenimiento y mayor vida útil, un Mínimo impacto ambiental, Cero posibilidades de filtraciones o fugas de aceite, dimensiones optimizadas del transformador, transformadores con pérdidas reducidas y un bajo ruido de operación. Cuenta con la reglamentación necesaria según diseño, fabricación y pruebas IEC-60076, NTP 370.002. Capacidad de sobrecarga y condiciones térmicas IEC-354, y por último la norma para aceite aislante IEC-296

Para el transporte de éste se debe tener en cuenta que: Confirmar si el transformador lleva embalaje de madera. Para realizar la carga y descarga del transformador es necesario utilizar grúa o montacargas cuya capacidad debe ser superior al peso bruto del transformador. La movilidad de transporte debe tener una capacidad de carga superior al peso del transformador. Para transformadores que no llevan embalaje de madera, pero si llevan ruedas, se recomienda para el transporte quitar las ruedas a fin de evitar desplazamientos y sujetar correctamente el transformador de las orejas de izaje, nunca de los aisladores ni accesorios.

El mantenimiento previsto para el transformador viene dado por la siguiente tabla:

COMPROBAR Y CONTROLAR	PERIODO
Temperatura del transformador	Periódicamente
El nivel de aceite.	6 meses
Hermeticidad del tanque, sin fugas de aceite.	6 meses
El deshumecedor y su agente higroscópico.	6 meses
Aisladores limpios.	6 meses
Las conexiones en MT y BT, ajuste de sus pernos.	12 meses
Funcionamiento de los equipos de protección.	12 meses
Rigidez dieléctrica del aceite y su análisis físico químico.	12 meses
Valor de la resistencia de puesta a tierra de los puntos neutros y el tanque del transformador.	12 meses
Análisis cromatográfico del aceite.	24 meses

Figura 6. Mantenimiento del transformador 1000kVA

Sus dimensiones vienen dadas por:

POTENCIA KVA	A (mm)	B (mm)	C (mm)	PESO (Kg)
15	970	620	330	220
25	980	650	340	260
37.5	1000	750	480	300
50	1010	820	590	340
75	1070	820	610	420
100	1120	850	630	490
125	1130	900	650	550
160	1170	1000	750	610
200	1200	1050	790	750
250	1260	1100	820	890
315	1280	1120	850	985
400	1320	1180	870	1400
500	1370	1360	910	1640
630	1410	1420	940	1760
800	1460	1490	970	2250
1000	1820	1866	1050	2800

Figura 7. Dimensiones del transformador

Acorde a la siguiente figura:

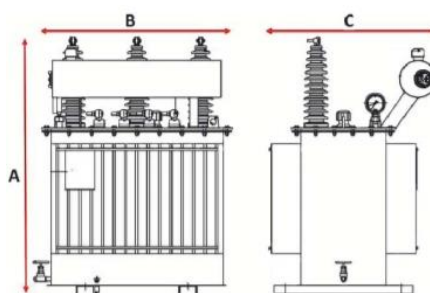


Figura 8. Dimensiones del transformador

### 2.12.2.5 Puentes de conexión en MT y BT

Se realizarán puentes de alta tensión en la celda de la línea de seccionamiento de remonte, en la celda de medida, en la celda de ruptofusible del transformador y en la de interruptor automático. Se realizarán 4 puentes con 7 conexiones en T y 3 terminaciones de tulipa para el transformador de potencia. Los puentes serán comprados con las terminaciones hechas y cumplirán la norma UNE-EN 620-5E, serán RHZ1 de  $1 \times 150 \text{mm}^2$  de aluminio, con un nivel de aislamiento 18/36kV.

Para los puentes de baja tensión, se instalarán de la celda del transformador de potencia al cuadro general de baja tensión, a través de cables unipolares de aislamiento RVK  $3 \times 150 \text{mm}^2$  de cobre.

### ***2.12.2.6 Protecciones en MT y BT***

El sistema del centro de transformación debe quedar protegido de posibles sobrecargas, faltas a tierra y para cortocircuitos. Para ello, utilizaremos fusibles, y relés de protección. El relé estará ajustado con los parámetros que nos indique la compañía que nos lo suministre.

Por otro lado, el transformador de potencia dispondrá de un termómetro de esfera entre las dos conexiones que permitirá accionar la bobina de disparo a través del relé, si se da el caso de que la temperatura del dieléctrico suba de los 120°C. El ruptofusible dispone de un fusible de 50A por fase con un poder de corte de media tensión con las especificaciones de la norma UNE 12.120

### ***2.12.2.7 Ventilación***

El transformador de potencia y el conjunto en general necesita ventilación para refrigerar el sistema, el centro de transformación dispondrá de ventilación natural con rejillas de acero galvanizado, con pintura epoxy de grado IP23 IK 10, como mínimo, diseñadas para evitar la entrada de agua.

Se instalará una malla de 0,5x0,5mm<sup>2</sup> para evitar la entrada de insectos, además, el transformador contará con rejillas de entrada y salida ubicadas en la celda del transformador, a una altura de al menos 0,25m.

### ***2.12.2.8 Protección Contra Incendios***

El centro de transformación dispone de sistema de ventilación natural, con aperturas de entrada y salida. Los materiales de construcción de la estructura y delimitadores tendrán una resistencia al fuego no inferior a RF-180, además, en el interior del centro de transformación habrá un extintor de polvo con eficacia no menor a 89B.

### ***2.12.2.9 Elementos de Seguridad en el CT***

Con tal de tener un entorno más seguro y sostenible para la gente que opere sobre este, se aportará al centro de transformación:

- Guantes aislantes de hasta 30 kV
- Palanca de maniobras de celdas
- Esquema eléctrico
- Cartel de primeros auxilios
- Extintor de polvo
- Banco aislante
- Elementos para el libre mantenimiento

#### ***2.12.2.10 Sistemas de Enclave y Seguridad***

En las puertas de acceso al centro de transformación se dispondrá de señalización triangular de riesgo eléctrico a una altura de 1,5m. Las puertas de acceso a las celdas de maniobra y medida de la compañía dispondrán de una cadena normalizada por la compañía suministradora, en las puertas de acceso a la celda de maniobra y medida de cliente se dispondrá también de cadenado, quedarán protegidas la parte de compañía y la de cliente.

La puerta de acceso al transformador estará anclada mecánicamente con la llave del interruptor automático. Una vez abierto el interruptor automático y cerrado el seccionador de tierra de la celda, se podrá librar la llave que abre la puerta de acceso al transformador.

En la celda de ruptofusibles no se podrá abrir el compartimento de los fusibles hasta que la celda esté en circuito abierto, y con el seccionador a tierra cerrado.

Las celdas de maniobra y medida dispondrán de elementos de seguridad y anclaje mecánico. El interruptor automático no se podrá rearmar hasta que el seccionador de puesta a tierra esté abierto. Para poder poner el circuito a tierra la celda no permitirá la maniobra hasta que el interruptor automático esté abierto.

#### ***2.12.2.11 Instalaciones de Baja Tensión del CT***

En la entrada se dispondrá de un cuadro de protección y maniobra con un IGA de 32A, con un interruptor diferencial de 40A 30mA, un circuito de iluminación para el servicio y para las emergencias con un PIA de 10A, y otro circuito con un PIA de 16A para enchufe de carril DIN ubicado en el mismo cuadro eléctrico. En el interior del centro de transformación se instalarán dos puntos de luz para realizar las tareas de mantenimiento y de maniobras. Las lámparas se instalan en un punto de fácil acceso y que no interfiera con las celdas. También se deberán instalar luces en cada dorso trasero de las puertas de acceso al CT para iluminar en caso de emergencia.

#### ***2.12.2.12 Puesta a Tierra del CT***

El centro de transformación dispondrá de puesta a tierra, para garantizar la limitación de las tensiones de defecto a tierra que se pudiesen generar en las instalaciones. Se realizarán dos circuitos de puesta a tierra independientes, una puesta a tierra de protección y otra de servicio.

##### ***2.12.2.12.1 Puesta a tierra de servicio***

Se conectará el neutro del transformador y los neutros de los circuitos de los circuitos de baja tensión del transformador de medida, de tal manera que podremos proteger las instalaciones y las personas de posibles descargas en baja tensión debido a averías.

El circuito de tierra de servicio será independiente y debidamente separado de la puesta a tierra de protección. La instalación se realizará con cable aislado de una tensión 0,6/1kV de obre de

50mm<sup>2</sup> y entubado desde la caja de seccionamiento hasta los 5 primeros metros perpendiculares al centro de transformación, el resto de cableado será cobre desnudo de 50mm<sup>2</sup> igualmente, conectado a 3 metros de una pica de 2 metros de profundidad, las picas son de alma de acero galvanizado, con el exterior cubierto de cobre puro electrolítico. Se irán añadiendo picas hasta obtener una resistencia inferior a 10Ω.

#### ***2.12.2.12.2 Puesta a tierra de protección***

Para la puesta a tierra de protección se conectarán todas las partes metálicas del centro de transformación, a excepción de puertas y rejas exteriores, dado que estas irán protegidas con pintura epoxy que nos ha de garantizar una resistividad no inferior a 10.000Ω. La puesta a tierra de protección se realizará con un conductor desnudo de cobre de 50mm<sup>2</sup>, formando un anillo a 0,6 metros de profundidad, en este irán conectadas 4 piquetas de alma de acero galvanizado, con el exterior cubierto de cobre puro electrolítico

#### ***2.12.2.13 Medida de la Energía***

Para el cálculo de la energía suministrada, se instalará un cuadro de acero galvanizado con una puerta exterior protegida con pintura epoxy de 1000x1000mm, sin puesta a tierra. Este recinto incluirá un armario con doble aislamiento de tipo CMAT-3 de 750x750x350mm.

El armario dispondrá de tres transformadores de corriente 10/20-5 de clase 0,5 y tres transformadores de tensión 0,4/25kV de clase 0,5. Además, el armario contará con un módem GSM con puerto serie 232/9699, un contador de tipo dos clases 0,5, y para finalizar, una regleta de comprobación normalizada con un enchufe de carril de tipo shucko de 16 A.

#### ***2.12.2.14 Señalizaciones del CT***

En la instalación del centro de transformación se instalarán en el interior las siguientes señales:

- El cartel de las cinco reglas de oro
- Un cartel de primeros auxilios normalizado
- Placa normalizada de identificación con el número de centro de transformación
- Placa triangular normalizada modelo AE10 de riego eléctrico en alta tensión, en todas las puertas del centro de transformación.

### **2.13 Planificación**

LA planificación prevista para la obra vendrá dada en la siguiente figura, aunque esta podrá ser modificada por causas relacionadas o no al contratista. En el caso de modificaciones en la planificación de la obra, el contratista lo tendrá que hacer saber al director de obra y al coordinador de seguridad y salud.

La obra tendrá una duración de 13 semanas, que equivale a 3 meses y una semana.

PLANIFICACIÓN POR SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Suministro de material	■	■											
Trámites para licencias y gestiones administrativas	■	■											
Replanteo de la obra			■										
Realización de las excavaciones de las cimentaciones y apoyos.			■	■									
Movimiento de tierras y residuos, con gestor				■	■								
Puesta a tierra de los apoyos						■							
Cimentación de los apoyos						■	■						
Extendido de los conductores subterráneos								■					
Rellenar y tapar zanjas								■					
Instalación del Centro de transformación									■				
Izado y montaje de los apoyos										■	■		
Extendida del conductor aéreo											■	■	
Montaje de las conversiones aéreas subterráneas												■	
Colocación de dispositivos anitescalada													■
Legalización y puesta en funcionamiento													■

Tabla 6. Planificación

## 2.14 Orden de Prioridad entre Documentos

Como indica la norma UNE 157001, en este tipo de proyecto técnico, los documentos se rigen por:

- 1.Planos
- 2.Pliego de condiciones
- 3.Presupuesto
- 4.Memoria



## **Memoria de Cálculos**

Autor: David de las Heras Izquierdo

Director: Lluís Massagués Vidal

Fecha: Octubre 2020

### 3 Memoria de Cálculos

#### 3.1 Documentación inicial

Con el fin de realizar el proyecto, se ha utilizado documentación facilitada por el promotor, que consiste en datos eléctricos y datos constructivos.

#### 3.2 Cálculo eléctrico del tramo aéreo

La línea es un circuito simple de longitud 15,766 kilómetros de línea aérea.

##### 3.2.1 Resistencia eléctrica de la línea

La resistencia viene dada por la relación siguiente:

$$R_L = \frac{L \cdot R}{n^\circ} \quad (6)$$

Donde,

$R_L (\Omega)$  = Resistencia de la línea

$L(\text{km})$  = Longitud de la línea

$R$  = Resistencia eléctrica del conductor a 20°C de temperatura ( $\Omega/\text{km}$ )

$n^\circ$  = Número de conductores por fase

La resistencia del conductor la podemos obtener mediante las NTP para líneas aéreas de media tensión, nuestro conductor es LA-110 (94-AL1/22-ST1A), obtenemos su información en la tabla 2 de la NTP.

Tipo	Sección mm <sup>2</sup>		≅ en Cu mm <sup>2</sup>	Diámetro mm		Composición				Carga de rotura daN	R a 20°C Ω/km	Masa daN/k m	Módulo de elasticid. daN/mm <sup>2</sup>	Coefic. dilatac. lineal °Cx10 <sup>-6</sup>
						Alambres de aluminio		Alambres de acero						
	Al	Total		Acero	Total	N°	Ø mm	N°	Ø mm					
47AL1/8-ST1A (LA 56)	46,8	54,6	30	3,15	9,45	6	3,15	1	3,15	1640	0,6136	189,1	7900	19,1
94AL1/22-ST1A (LA 110)	94,2	116,2	60	6,00	14,00	30	2,00	7	2,00	4310	0,3066	433,0	8000	17,8
147AL1/34-ST1A (LA180)	147,3	181,6	93	7,50	17,50	30	2,50	7	2,50	6390	0,1962	676,0	8000	17,8

Figura 10. Tabla de características LA-180 (147-AL1/34-ST1A)

Por lo tanto:

$$R_L = \frac{L \cdot R}{n^\circ} = \frac{15,766 \cdot 0,3066}{1} = 4,82 \Omega$$

### 3.2.2 Reactancia del Conductor

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

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \left( \frac{\mu}{2 \cdot n} + 4,605 \cdot \log \left( \frac{D}{r} \right) \right) \cdot 10^{-4} \frac{\Omega}{\text{km}} \quad (7)$$

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

La separación media geométrica (D) la calculamos como:

$$D = \sqrt[3]{d_{12} * d_{23} * d_{13}} \quad (8)$$

Por lo tanto:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot 50 \left( \frac{1}{2 \cdot 1} + 4,605 \cdot \log \left( \frac{D}{3} \right) \right) \cdot 10^{-4} = 0,419 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

### 3.2.3 Densidad de Corriente Máxima Admisible

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

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Densidad de corriente A/mm <sup>2</sup>		
	Cobre	Aluminio	Aleación de aluminio
10	8,75		
15	7,60	6,00	5,60
25	6,35	5,00	4,65
35	5,75	4,55	4,25
50	5,10	4,00	3,70
70	4,50	3,55	3,30
95	4,05	3,20	3,00
125	3,70	2,90	2,70
160	3,40	2,70	2,50
200	3,20	2,50	2,30
250	2,90	2,30	2,15
300	2,75	2,15	2,00
400	2,50	1,95	1,80
500	2,30	1,80	1,70
600	2,10	1,65	1,55

Figura 11. Densidad de corriente máxima de los conductores en régimen permanente

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

$$D_{max.admisible} = 2,80 \frac{A}{mm^2}$$

### 3.2.4 Intensidad Máxima Admisible

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

$$A = n_{\frac{conductores}{fase}} \cdot D_{max.admisible} \cdot S \quad (9)$$

Siendo:

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

Entonces:

$$I_{max} = 1 \cdot 116,2 \cdot 2,80 = 325,36 \text{ A}$$

### 3.2.5 Intensidad del Conductor

La intensidad de transporte para la que la línea está diseñada se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$I_L = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_L} \quad (10)$$

Siendo

- $I_L$ =Intensidad de la línea (A)

- $V_L$ =Tensión de la línea (kV)

- $S$ =Potencia aparente de la línea (kVA)

$$I_L = \frac{6000}{\sqrt{3} \cdot 25} = 138,56 \text{ A}$$

La intensidad de línea es inferior a la máxima admitida.

### 3.2.6 Potencia Máxima a Transportar

La máxima potencia que se puede transportar se puede atender con la siguiente relación:

$$P_{\max} = \sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi \cdot I_{\max} \quad (11)$$

Siendo:

-  $P$  = Potencia en kW.

-  $V$  = tensión en kV.

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

Entonces:

$$P_{\max} = \sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 25\text{kV} \cdot 325,36 \text{ A} = 11.270,80 \text{ kW}$$

### 3.2.7 Caída de Tensión

La caída tensión viene dada por la fórmula:

$$e = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi) \quad (12)$$

Siendo:

$e$  = Caída de tensión (V.).

$L$  = Longitud de la línea (Km.).

Por lo tanto, tenemos una caída de tensión:

$$e = \sqrt{3} \cdot 138,56 \cdot 15,766 \cdot (0,3066 \cdot 0,75 + 0,419 \cdot 0,6) = 1742,9, V$$

En tanto por ciento, la caída de tensión en la línea será inferior al 7% recomendable, que equivaldría a 1750 V. Tiene una elevada caída de tensión debido a la longitud del tramo aéreo.

### **3.2.8 Potencia Perdida**

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

$$P_p = 3 \cdot R \cdot I^2 \cdot L \quad (13)$$

Por lo tanto, la potencia perdida es de:

$$P_p = 3 \cdot 0,306 \cdot 138,56^2 \cdot 11,21 = 277,522 \text{ kW}$$

Lo que supone un 2,45 % de la máxima potencia transportada por efecto Joule.

### **3.2.9 Rendimiento de Línea**

Viene dado por la expresión:

$$\mu = \frac{(P_t - P_p) \cdot 100}{P_T} \quad (14)$$

Siendo

- $P_t$ =Potencia máxima posible a transportar

- $P_p$ = Potencia Perdida

Por lo tanto:

$$\mu = \frac{(11270,8 - 277,522) \cdot 100}{11270,8} = 97,53\%$$

El rendimiento de la línea es de un 97, 53%, esto se debe a las pérdidas por su larga longitud de línea.

### **3.3 Cálculo Eléctrico del Tramo Subterráneo**

La línea es un circuito simple y tiene una longitud total de 287,67 metros subterráneos. Se emplearán conductores de tipo RHZ1 3x1x240 AL 18/30kV, protección XLPE, con pantalla de  $25\text{mm}^2$ , para transportar una potencia de 6MVA.

### 3.3.1 Resistencia de los conductores

El cálculo de la resistencia viene dado por la ecuación a continuación:

$$R = R_{20} \cdot (1 + \alpha (\beta - 20^\circ\text{C})) \quad (15)$$

Siendo

R= Resistencia del conductor

$R_{20}$ =Resistencia del conductor a  $20^\circ\text{C}$

$\alpha$  =coeficiente de temperatura del material ( $\text{C}^{-1}$ )

$\beta$ =Temperatura máxima del conductor

Por lo tanto, la resistencia en el caso más desfavorable, a 90 grados:

$$R_{90} = 0,125 \cdot (1 + 0,00403 (90 - 20)) = 0,1602 \text{ } \Omega/\text{km}$$

Con lo que la resistencia de la línea subterránea es:

$$R_{90} = 0,28767\text{km} \cdot 0,1062 \frac{\Omega}{\text{km}} = 0.0460 \text{ } \Omega$$

### 3.3.2 Reactancia del Conductor

El valor de la reactancia viene dado en la tabla, obtenemos el resultado directo, donde la reactancia por fase vale  $0,097 \frac{\Omega}{\text{km}}$ :

$$X_L = 0,097 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,28767 \text{ km} = 0.028 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

### 3.3.3 Intensidad del Conductor

Para calcular la intensidad utilizaremos la siguiente relación:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (16)$$

Donde

I= Intensidad de la línea subterránea en amperios

S= Potencia aparente de la línea en KVA

U= Tensión de la línea en kV

Obtenemos:

$$I = \frac{6000}{\sqrt{3} \cdot 25} = 138,56 A$$

Este valor queda dentro del margen admitido por ITC-LAT 06, donde al ser de aluminio, con protección XLPE, obtenemos una intensidad de 345 amperios.

Sección (mm <sup>2</sup> )	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

Figura 12. Intensidades máximas admisibles en servicio permanente y enterrado

### 3.3.4 Intensidad de Cortocircuito

La intensidad de cortocircuito viene dada con la fórmula:

$$I_{cc} = k \cdot \frac{s}{\sqrt{t_{cc}}} \quad (17)$$

$I_{cc}$  = Intensidad de cortocircuito

S=Sección del conductor

K=densidad de corriente del conductor

T<sub>cc</sub>= Tiempo de establecimiento del cortocircuito, en segundos.

$$I_{cc} = 94 \cdot \frac{240}{\sqrt{1}} = 22,56kA$$

Queda un poco por debajo del margen recomendado por Endesa, todo correcto:

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

**Figura 13.** Corrientes de cortocircuito admisibles en kA

Ahora calcularemos la intensidad de cortocircuito trifásica:

$$I_{cc3} = \frac{S_{cc3}}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (18)$$

Donde

$I_{cc3}$  = Intensidad del circuito trifásico, en kA

$S_{cc3}$  = Potencia de cortocircuito, en MVA

$U$  = Tensión de la línea, en kV

$$I_{cc3} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 30} = 9,622 \text{ kA}$$

EL cual queda dentro del margen establecido.

A continuación, se calculará la sección mínima para la intensidad de circuito:

$$S = \frac{I_{cc3} \cdot \sqrt{t}}{k} \quad (19)$$

Donde

$S$  = Sección del conductor, en  $\text{mm}^2$

$T$  = Tiempo de duración del cortocircuito, en segundos

$I_{cc3}$  = Intensidad del circuito trifásico, en amperios

$K$  = Densidad de corriente del conductor, aluminio es de  $94 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$

$$S = \frac{9622 \cdot \sqrt{0.5}}{94} = 72.380 \text{ mm}^2$$

En nuestro caso la sección es mayor.

### 3.3.5 Caída de Tensión

La caída de tensión viene dada por la siguiente fórmula:

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + X \cdot \tan \varphi) \quad (20)$$

Donde

$U_c$  = Caída de tensión (V)

$P$  = Potencia máxima de la línea (kW)

$L$  = Longitud de la línea (km)

U=Tensión de la línea (kV)

$R_{90}$ =Resistencia del conductor a 90 grados ( $\frac{\Omega}{km}$ )

X= Reactancia de la línea ( $\frac{\Omega}{km}$ )

$\varphi$ = Factor de potencia

$$U_c = \frac{5400 \cdot 0,28767}{30} \cdot (0,16 + 0,028 \cdot \tan 40) = 9,34 V$$

Es aproximadamente un 3% de la tensión de línea.

### **3.3.6 Potencia perdida**

La potencia perdida la calcularemos de la siguiente forma:

$$P_p (\%) = \frac{S \cdot L \cdot R_{90}}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \quad (21)$$

Donde

$P_p$  (%) = Potencia perdida (%)

S=Potencia aparente (KVA)

L= Longitud de línea

$R_{90}$ =Resistencia del conductor a 90 grados ( $\frac{\Omega}{km}$ )

$\varphi$ = Factor de potencia

Por lo tanto:

$$P_p (\%) = \frac{6000 \cdot 0,28767 \cdot 0,16}{10 \cdot 30^2 \cdot 0,8^2} = 0,0479\%$$

La potencia perdida es inferior a un 7%, queda correcto

## **3.4 Cálculo Mecánico del Tramo Aéreo**

### **3.4.1 Vano de Regulación**

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

$$a_r = \frac{\sum \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}} \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}}} \quad (22)$$

Donde

$a_r$ : Longitud proyectada del vano de regulación (m).

$b_i$ : Distancia en línea recta entre los dos puntos de fijación del conductor en el vano i.(m)

$a_i$ : Proyección horizontal de  $b_i$  (m)

### 3.4.2 Ecuación de Cambio de Condiciones

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

$$T^2 \cdot (T + A) = B \quad (23)$$

Donde A equivale a:

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

Y B,

$$B = \frac{a_r^2 \cdot P^2}{24} \cdot S \cdot E \quad (25)$$

Las variables son:

$a_r$ : Longitud proyectada del vano de regulación (m).

$T_0$ : Tensión horizontal en las condiciones iniciales (kg).

$T$ : Temperatura en las condiciones iniciales (°C).

$P_0$ : Sobrecarga en las condiciones iniciales según zona donde nos encontremos (kg/m).

$T$ : Tensión horizontal en las condiciones finales (kg).

$T$ : Temperatura en las condiciones finales (°C).

$P$ : Sobrecarga en las condiciones finales (kg/m).

$S$ : Sección del conductor (mm<sup>2</sup>).

E: Módulo de elasticidad del conductor (kg/mm<sup>2</sup>).

$\alpha$ : Coeficiente de dilatación lineal del conductor (m/°C).

La sobrecarga en condiciones finales vendrá dada por:

$$P = P_{cond} + \text{Sobrecarga (viento o hielo)} \quad (26)$$

### 3.4.3 Flecha Mínima

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

$$f = \frac{p * a * b}{8 * T} * \left(1 + \frac{a^2 * p^2}{48 * T^2}\right) \quad (27)$$

Donde,

a: Longitud proyectada del vano (m).

h: Desnivel (m).

b: Longitud real del vano (m)  $\rightarrow b = \sqrt{a^2 + h^2}$

T: Componente horizontal de la tensión (kg).

p: Peso del conductor por metro lineal en las condiciones consideradas (kg/m).

El tendido de la línea se realizará de tal manera que la curva catenaria mantenga una distancia mínima al terreno de 6 metros

### 3.4.4 Distancias de seguridad

#### 3.4.4.1 Distancia entre conductores

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

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp} \quad (28)$$

Donde,

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

K: Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se tomará de la tabla 16 del apartado 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T., en nuestro caso al ser una línea de 3ª categoría toma por valor 0,75

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

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

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

Angulo de oscilación	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

**Figura 14.** Coeficiente de K en función del ángulo de oscilación

#### 3.4.4.2 Distancias entre los conductores y el terreno

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC07 del R.L.A.T., En todo momento la distancia de los conductores al terreno deberá ser superior a:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \quad (29)$$

Siendo siempre como mínimo de 6 metros.

A nuestro nivel de tensión de 30 kV le corresponde una  $D_{el}$  de 0,35 m.

Por tanto, obtenemos una distancia mínima de 5,65m. Como nuestra catenaria es de valor mínimo 6 metros, todo correcto.

#### 3.4.4.3 Distancia de puesta a masa

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

$D_{el}$ : Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Del puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externa, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo. Los valores de este parámetro están en la tabla 15 del apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

En nuestro caso  $D_{el}$  adquiere por valor 0,35 metros, como mínimo debería ser  $D_{el}$  de 0,2 metros, de tal manera que cumplimos con los requisitos.

### 3.4.4.4 Distancias con otras líneas eléctricas

Los cruzamientos han de cumplir con lo establecido en el artículo 5 de RLAT, en cuestión a descargas eléctricas. Dentro de lo posible los cruzamientos se harán cerca de los apoyos y se reforzará la seguridad de estos. Siempre se situará la línea de mayor tensión por encima, y las distancias entre la línea inferior y las partes próximas al poyo de mayor tensión vendrán dadas por la siguiente tabla:

Nivel de tensión (kV)	Distancia (m)
$\leq 45$	2
$45 < U \leq 66$	3
$66 < U \leq 132$	4
$132 < U \leq 220$	5
$220 < U \leq 440$	7

**Tabla 7.** Distancias mínimas de aislamiento entre líneas

Sin embargo, la distancia vertical entre los conductores de líneas vendrá dada por:

$$D_{add} + D_{pp} \quad (30)$$

Donde

$D_{add}$  = Distancia de aislamiento adicional con el cruzamiento

$D_{pp}$  = Distancia de aislamiento mínima con el aire

Donde obtenemos  $D_{add}$  por la siguiente tabla:

Tensión nominal de la red (kV)	$D_{add}$	
	Para distancias del apoyo superior al punto de cruzamiento $D > 25m$	Para distancias del apoyo superior al punto de cruzamiento $D < 25 m$
<b><math>U \leq 30</math></b>	1,8	2,5

**Tabla 8.** Distancias de aislamiento para evitar descargas eléctricas

### 3.4.5 Desviación de las cadenas de aisladores

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

$$tg\gamma = \frac{K_v * d * \left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right) + \frac{E_c}{2}}{P\left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right) + T_{-\frac{v}{2}} * \left(\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}\right) + \frac{P_c}{2}} \quad (31)$$

Donde,

$\gamma$ : Ángulo de desviación.

$E_c$ : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores (kg).

$P_c$ : Peso de cada cadena (kg).

$a_1$  y  $a_2$ : Longitud proyectada del vano anterior y posterior (m).

$h_1$  y  $h_2$ : Desnivel de vano anterior y posterior (m).

$T_{\frac{v}{2}}$ : Componente horizontal de la tensión según Zona con sobrecarga 1/2 de viento a 180 km/h.

$d$ : Diámetro del conductor (m).

$P$ : Peso unitario del conductor (kg/m).

$K_v$ : Presión mitad del viento (kg/m<sup>2</sup>).

### 3.4.6 Criterio de cálculo de los apoyos

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

### 3.4.7 Cargas Verticales

Para las cargas verticales permanentes utilizaremos la siguiente referencia:

$$P_{vp} = n \cdot \left[ P_{cond} \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right) + P_{cad} + T \cdot \left(\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}\right) \right] \quad (32)$$

Donde

$P_{vp}$  = Carga vertical permanente

$a_1$ =Longitud proyectada de la apertura anterior y posterior (m)

$a_2$ =Longitud proyectada de la apertura anterior y posterior (m)

$P_{cond}$ =Pes del conductor (kg)

$P_{cad}$ =Peso de los aisladores y cadenas (kg)

$N$ = Número de conductores

$h_1$ = Desnivel de la apertura anterior y superior (m)

$h_2$ = Desnivel de la apertura anterior y posterior (m)

$T$ = Tensión máxima del conductor en la hipótesis (m)

Para las sobrecargas debidas al hielo:

$$S_h = P_h \cdot \left( \frac{a_1 - a_2}{2} \right) \cdot n \quad (33)$$

Donde

$N$ = Número de conductores

$S_h$ =Sobrecarga debida al hielo

$P_h$ = Sobrecarga por el hielo del área circundante. En zona B =  $0,18 \cdot \sqrt{d}$  (Kg/m); en zona C =  $0,36 \cdot \sqrt{d}$  (kg/m). Siendo  $d$  el diámetro del conductor (mm).

En nuestro caso el hielo no será un problema.

### 3.4.8 Cargas Horizontales

Las fuerzas ejercidas en este eje vienen dadas por:

$$F = q \cdot d \cdot \left( \frac{a_1 - a_2}{2} \right) \quad (34)$$

Donde

$q$ = Esta variable es la presión del viento sobre el conductor  $\left( \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \right)$ , viene dada por la fórmula:

$$q = 17,50 \cdot \left( \frac{V_{\text{viento}}}{180} \right)^2 \quad (35)$$

$d$ = Diámetro del conductor (mm)

El ángulo resultante de la desviación viene dado de la siguiente forma:

$$R_a = T \cdot 2 \cdot n \cdot \cos \frac{a}{2} \quad (36)$$

Siendo  $R_a$  la desviación (mg)

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

$$D_t = \% \cdot T_{\text{maxima}} \quad (37)$$

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

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

Un ≤66kV, 8%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

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

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

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

Desequilibrio en apoyos de anclaje:

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

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

Por último, obtenemos el punto crítico de ruptura de los conductores mediante un tanto por ciento de la tensión del conductor roto:

$$R_c = \% \cdot T_{\text{maxima}} \quad (38)$$

3.4.9 Tablas de Cálculos de Imedexa



**DISTANCIAS FINES DE LÍNEA "S"**

Tensión de la línea [kV]: 25      Oscilación puente [m]: 0,21      Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 2,4  
 Configuración Simplex.      Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 0,6      Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 2,4  
 Distancia a masa exigida (Del) [m]: 0,27      Longitud cadena aisladores amarre [m]: 0,6      Diámetro conductor [mm]: 14  
 Altura puente [m]: 0,6      Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 5,48      Peso conductor [Kg/m]: 0,43  
 Oscilación puente [°]: 20      Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]: 5,48      Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,43

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)							
						"b"	"a"	"c"	"h"	□ (°)	□ (°) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpunte	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int	
1	FL	HAR-9000-13	S	10,61	10,85	2	2	2	---				1,48	4	---	---	---	1,48	---	0,6	0,56	1,13	1,13	1,12	2,63	---	
90	FL	HAR-5000-9	S	6,31	6,73	2	2	2	---				0,86	4	---	0,86	---	---	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---	

Tabla 9. Distancias fines de línea S

**DISTANCIAS FINES DE LÍNEA "S"**

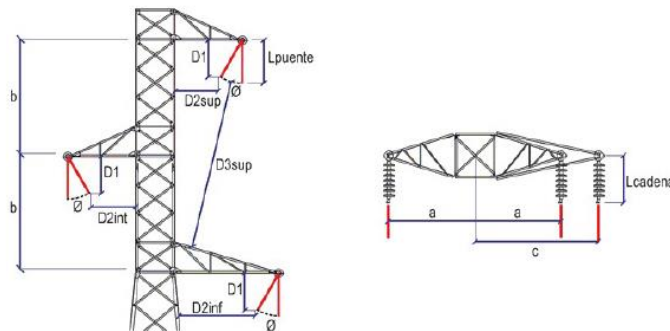


Figura 15. Distancia fines de línea

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Memoria de Cálculos



### DISTANCIAS AMARRES "S"

Tensión de la línea [kV]: 25

Configuración Simplex.

Distancia a masa exigida (Del) [m]: 0,27

Altura puente [m]: 0,6

Oscilación puente [°]: 20

Oscilación puente [m]: 0,21

Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 0,6

Longitud cadena aisladores amarre [m]: 0,6

Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 5,48

Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]: 5,48

Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 2,4

Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 2,4

Diámetro conductor [mm]: 14

Peso conductor [Kg/m]: 0,43

Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,43

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)							
						"b"	"a"	"c"	"h"	□ (°)	□ (°) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpuent	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int	
2	AL-AM	HAR-5000-13	S	11,31	11,31	2	2	2	---				1,48	4	---	1,48	---	1,47	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---	
3	AL-AM	HAR-5000-13	S	11,3	11,31	2	2	2	---				1,47	4	---	1,47	---	1,44	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---	
5	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,69	13,2	2	2	2	---				1,69	4	---	1,69	---	1,61	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---	
6	AL-AM	HAR-5000-15	S	11,38	13,2	2	2	2	---				1,61	4	---	1,61	---	1,59	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---	
7	AL-AM	HAR-5000-13	S	11,31	11,31	2	2	2	---				1,59	4	---	1,59	---	1,59	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---	
8	AL-AM	HAR-5000-15	S	11,68	13,2	2	2	2	---				1,66	4	---	1,59	---	1,66	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---	
9	AL-AM	HAR-5000-15	S	13,2	13,2	2	2	2	---				1,7	4	---	1,66	---	1,7	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---	
10	AL-AM	HAR-5000-15	S	11,36	13,2	2	2	2	---				1,7	4	---	1,7	---	1,64	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---	
12	AL-AM	HAR-5000-15	S	13,2	13,2	2	2	2	---				1,66	4	---	1,66	---	1,24	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---	
13	AL-AM	HAR-5000-11	S	8,92	8,92	2	2	2	---				1,25	4	---	1,24	---	1,25	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---	
14	AL-AM	HAR-5000-18	S	14,95	15,49	2	2	2	---				1,65	4	---	1,25	---	1,65	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---	
15	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,69	13,2	2	2	2	---				1,7	4	---	1,65	---	1,7	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---	
16	AL-AM	HAR-5000-15	S	13,17	13,2	2	2	2	---				1,72	4	---	1,7	---	1,72	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---	
17	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,64	13,2	2	2	2	---				1,72	4	---	1,72	---	1,69	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---	

Tabla 10. Distancias amarres S

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Memoria de Cálculos

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)						
						"b"	"a"	"c"	"h"	□ (°)	□ (°) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpuent	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int
18	AL-ANC	HAR-5000-15	S	12,64	13,2	2	2	2	---				1,69	4	---	1,69	---	1,69	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
19	AL-AM	HAR-5000-15	S	13,17	13,2	2	2	2	---				1,69	4	---	1,69	---	1,69	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
20	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,64	13,2	2	2	2	---				1,69	4	---	1,69	---	1,34	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
21	AL-AM	HAR-5000-11	S	7,42	8,92	2	2	2	---				1,34	4	---	1,34	---	1,19	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
23	AL-AM	HAR-5000-18	S	14,35	15,49	2	2	2	---				1,71	4	---	1,71	---	1,69	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
24	AL-AM	HAR-5000-18	S	14,48	15,49	2	2	2	---				1,69	4	---	1,69	---	1,69	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
25	AL-AM	HAR-5000-13	S	11,31	11,31	2	2	2	---				1,69	4	---	1,69	---	1,69	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
26	AL-AM	HAR-5000-18	S	13,82	15,49	2	2	2	---				1,69	4	---	1,69	---	1,69	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
27	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,76	13,2	2	2	2	---				1,69	4	---	1,69	---	1,69	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
28	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,87	13,2	2	2	2	---				1,69	4	---	1,69	---	1,69	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
29	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,79	13,2	2	2	2	---				1,69	4	---	1,69	---	1,69	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
31	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,93	13,2	2	2	2	---				1,69	4	---	1,69	---	1,69	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
32	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,4	13,2	2	2	2	---				1,69	4	---	1,69	---	1,69	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
33	AL-AM	HAR-5000-15	S	13,19	13,2	2	2	2	---				1,69	4	---	1,69	---	1,69	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---

Tabla 10. Distancias amarres S

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Memoria de Cálculos

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)						
						"b"	"a"	"c"	"h"	□ (°)	□ (°) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpuent	D1	D2sup	D2int	D2Inf	D3sup	D3int
34	AL-ANC	HAR-5000-15	S	12,14	13,2	2	2	2	---				1,69	4	---	1,69	---	1,57	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
35	AL-AM	HAR-5000-13	S	11,31	11,31	2	2	2	---				1,58	4	---	1,57	---	1,58	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
36	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,4	13,2	2	2	2	---				1,58	4	---	1,58	---	1,47	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
38	AL-AM	HAR-5000-15	S	13,09	13,2	2	2	2	---				1,66	4	---	1,59	---	1,66	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
39	AL-AM	HAR-5000-18	S	14,19	15,49	2	2	2	---				1,67	4	---	1,66	---	1,67	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
41	AL-AM	HAR-5000-18	S	13,36	15,49	2	2	2	---				1,65	4	---	1,65	---	1,69	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
43	AL-ANC	HAR-5000-15	S	12,32	13,2	2	2	2	---				1,66	4	---	1,65	---	1,66	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
45	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,67	13,2	2	2	2	---				1,69	4	---	1,68	---	1,69	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
46	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,67	13,2	2	2	2	---				1,69	4	---	1,69	---	1,69	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
47	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,67	13,2	2	2	2	---				1,69	4	---	1,69	---	1,69	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
48	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,67	13,2	2	2	2	---				1,69	4	---	1,69	---	1,69	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
49	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,67	13,2	2	2	2	---				1,69	4	---	1,69	---	1,69	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
50	AL-ANC	HAR-5000-15	S	12,52	13,2	2	2	2	---				1,69	4	---	1,69	---	1,69	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---
52	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,24	13,2	2	2	2	---				1,7	4	---	1,69	---	1,7	---	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	---

Tabla 10. Distancias amarres S

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Memoria de Cálculos

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)							
						"b"	"a"	"c"	"h"	□ (°)	□ (°) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpuent	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int	
53	AL-AM	HAR-5000-15	S	13,1	13,2	2	2	2	--				1,7	4	--	1,7	--	1,7	--	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	--	
55	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,66	13,2	2	2	2	--				1,69	4	--	1,69	--	1,69	--	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	--	
56	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,66	13,2	2	2	2	--				1,69	4	--	1,69	--	1,69	--	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	--	
57	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,66	13,2	2	2	2	--				1,69	4	--	1,69	--	1,69	--	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	--	
58	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,64	13,2	2	2	2	--				1,69	4	--	1,69	--	1,69	--	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	--	
59	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,66	13,2	2	2	2	--				1,69	4	--	1,69	--	1,69	--	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	--	
60	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,66	13,2	2	2	2	--				1,69	4	--	1,69	--	1,69	--	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	--	
61	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,66	13,2	2	2	2	--				1,69	4	--	1,69	--	1,63	--	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	--	
63	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,72	13,2	2	2	2	--				1,69	4	--	1,59	--	1,69	--	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	--	
64	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,72	13,2	2	2	2	--				1,69	4	--	1,69	--	1,69	--	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	--	
65	AL-ANC	HAR-5000-15	S	12,72	13,2	2	2	2	--				1,69	4	--	1,69	--	1,69	--	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	--	
66	AL-AM	HAR-5000-15	S	13,01	13,2	2	2	2	--				1,69	4	--	1,69	--	1,69	--	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	--	
67	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,72	13,2	2	2	2	--				1,69	4	--	1,69	--	1,53	--	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	--	
68	AL-AM	HAR-5000-13	S	10,51	11,31	2	2	2	--				1,53	4	--	1,53	--	1,37	--	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	--	

Tabla 10. Distancias amarres S

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Memoria de Cálculos

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)						
						"b"	"a"	"c"	"h"	□ (°)	□ (°) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpuent	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int
69	AL-AM	HAR-5000-13	S	9,98	11,31	2	2	2	—				1,46	4	—	1,37	—	1,46	—	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	—
71	AL-AM	HAR-5000-15	S	11,92	13,2	2	2	2	—				1,61	4	—	1,61	—	1,57	—	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	—
72	AL-AM	HAR-5000-18	S	13,5	15,49	2	2	2	—				1,62	4	—	1,57	—	1,62	—	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	—
74	AL-AM	HAR-5000-18	S	13,32	15,49	2	2	2	—				1,62	4	—	1,61	—	1,62	—	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	—
75	AL-AM	HAR-5000-15	S	13,04	13,2	2	2	2	—				1,62	4	—	1,62	—	1,62	—	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	—
77	AL-AM	HAR-5000-13	S	10,87	11,31	2	2	2	—				1,47	4	—	1,47	—	1,44	—	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	—
78	AL-AM	HAR-5000-13	S	10,74	11,31	2	2	2	—				1,49	4	—	1,44	—	1,49	—	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	—
79	AL-ANC	HAR-5000-13	S	11,31	11,31	2	2	2	—				1,49	4	—	1,49	—	1,49	—	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	—
80	AL-AM	HAR-5000-13	S	11,18	11,31	2	2	2	—				1,52	4	—	1,49	—	1,52	—	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	—
83	AL-AM	HAR-5000-15	S	12,92	13,2	2	2	2	—				1,67	4	—	1,56	—	1,67	—	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	—
84	AL-AM	HAR-5000-15	S	13,2	13,2	2	2	2	—				1,67	4	—	1,67	—	1,66	—	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	—
85	AL-AM	HAR-5000-13	S	10,53	11,31	2	2	2	—				1,66	4	—	1,66	—	1,38	—	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	—
86	AL-AM	HAR-5000-13	S	10,47	11,31	2	2	2	—				1,6	4	—	1,38	—	1,6	—	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	—
87	AL-AM	HAR-5000-13	S	11,31	11,31	2	2	2	—				1,6	4	—	1,6	—	1,52	—	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	—

Tabla 10. Distancias amarres S

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)						
						"b"	"a"	"c"	"h"	□ (°)	□ (°) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpuent	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int
88	AL-AM	HAR-5000-15	S	13,2	13,2	2	2	2	—				1,52	4	—	1,52	—	1,34	—	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	—
89	AL-ANC	HAR-5000-11	S	8,92	8,92	2	2	2	—				1,34	4	—	1,34	—	0,86	—	0,6	0,56	1,25	1,25	1,24	2,71	—

Tabla 10. Distancias amarres S

### DISTANCIAS AMARRES "S"

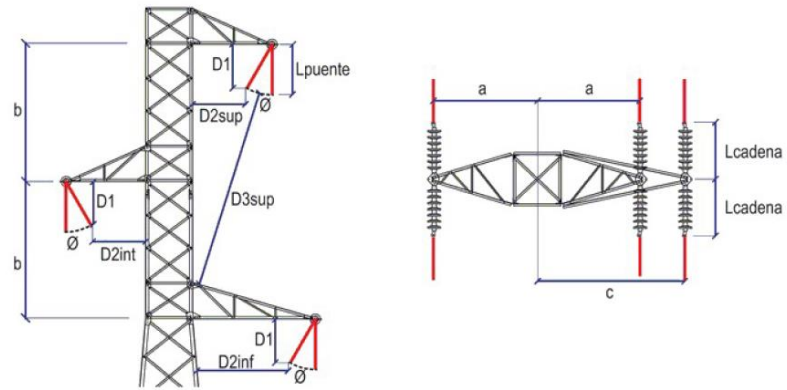


Figura 16. Distancias amarres S

### 3.4.10 Apoyos

#### 3.4.10.1 Criterio de cálculo

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

#### 3.4.10.2 Cargas Verticales

Carga Vertical Permanente ( $P_{vp}$ )

$$P_{vp} = n \cdot [P_{cond} \cdot \left(\frac{a_1 - a_2}{2}\right) + P_{cad} + T \cdot \left(\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}\right)] \quad (39)$$

Siendo:

$a_1$  y  $a_2$ : Longitud proyectada del vano anterior y posterior.

$P_{cond}$ : Peso propio del conductor.

$P_{cad}$ : Peso de la cadena, aisladores más herrajes.

$n$ : Número de conductores.

$h_1$  y  $h_2$ : Desnivel del vano anterior y posterior (m).

$T$ : Tensión máxima del conductor en la hipótesis considerada (Kg).

Sobrecarga por hielo:

$$S_h = P_h \cdot \left(\frac{a_1 - a_2}{2}\right) \cdot n \quad (40)$$

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

#### 3.4.10.3 Cargas Horizontales

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

$$F = q \cdot d \cdot \left(\frac{a_1 - a_2}{2}\right) \quad (41)$$

$q$ : Presión del viento sobre el conductor ( $\text{Kg/m}^2$ ). Siendo  $q = 60 \cdot \left(\frac{V_v}{120}\right)^2 \text{ Kg/m}^2$  cuando  $d \leq 16\text{mm}$  y  $q = 50 \cdot \left(\frac{V_v}{120}\right)^2 \text{ kg/m}^2$  cuando  $d \geq 16\text{mm}$ .

$d$ : diámetro del conductor en mm.

Resultante de ángulo ( $R_a$ )

$$R_a = T \cdot 2 \cdot n \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \quad (42)$$

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

Desequilibrio de tracciones

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

$$D_t = \% \cdot T_{\text{maxima}} \quad (43)$$

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

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

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

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

$U_n > 66\text{kV}$ , 25%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

$U_n \leq 66\text{kV}$ , 15%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de anclaje:

$U_n > 66\text{kV}$ , 50%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

$U_n \leq 66\text{kV}$ , 50%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Rotura de conductores ( $R_c$ )

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

$$R_c = \% \cdot T_{\text{maxima}} \quad (44)$$

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

Rotura de un solo conductor o cable de tierra.

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

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

### 3.4.11 Tablas de Esfuerzos

#### 3.4.11.1 Primera Hipótesis



#### Esfuerzos. 1ª HIPÓTESIS (Viento 180 Km/h)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
1	FL	S	HAR-9000	31		94	168	1417			505	4251	4756	2834
2	AL-AM	S	HAR-5000	75		225	330	82			991	246	1237	164
3	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	408	129			1225	386	1611	258
4	AN-AM	S	HAR-5000	108		324	1007	6			3022	18	3040	12
5	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	381	0			1143	0	1143	---
6	AL-AM	S	HAR-5000	80		241	369	0			1107	0	1107	---
7	AL-AM	S	HAR-5000	84		251	367	0			1101	0	1101	---
8	AL-AM	S	HAR-5000	82		245	375	0			1126	0	1126	---
9	AL-AM	S	HAR-5000	90		270	389	0			1166	0	1166	---
10	AL-AM	S	HAR-5000	77		232	387	0			1160	0	1160	---
11	AN-AM	S	HAR-9000	109		326	2607	2			7820	5	7825	3
12	AL-AM	S	HAR-5000	104		311	403	144			1208	431	1639	288
13	AL-AM	S	HAR-5000	31		93	268	95			804	285	1089	190
14	AL-AM	S	HAR-5000	122		367	411	25			1232	75	1307	50
15	AL-AM	S	HAR-5000	102		306	484	0			1453	0	1453	---
16	AL-AM	S	HAR-5000	90		269	396	0			1187	0	1187	---

Tabla 11. 1ª hipótesis

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
17	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	394	0			1182	0	1182	---
18	AL-ANC	S	HAR-5000	86		259	391	0			1173	0	1173	---
19	AL-AM	S	HAR-5000	89		266	391	0			1173	0	1173	---
20	AL-AM	S	HAR-5000	86		257	346	0			1037	0	1037	---
21	AL-AM	S	HAR-5000	34		102	275	76			826	228	1054	152
22	AN-AM	S	HAR-7000	84		251	1829	23			5486	69	5554	46
23	AL-AM	S	HAR-5000	116		347	492	0			1475	0	1475	---
24	AL-AM	S	HAR-5000	116		347	488	0			1465	0	1465	---
25	AL-AM	S	HAR-5000	78		233	391	0			1173	0	1173	---
26	AL-AM	S	HAR-5000	93		280	392	0			1175	0	1175	---
27	AL-AM	S	HAR-5000	85		256	392	0			1175	0	1175	---
28	AL-AM	S	HAR-5000	91		274	392	0			1175	0	1175	---
29	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	392	0			1175	0	1175	---
30	AN-AM	S	HAR-9000	84		251	2172	0			6515	0	6515	---
31	AL-AM	S	HAR-5000	89		266	392	0			1175	0	1175	---
32	AL-AM	S	HAR-5000	85		255	392	0			1175	0	1175	---

Tabla 11. 1ª hipótesis

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Memoria de Cálculos

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
33	AL-AM	S	HAR-5000	90		271	392	0			1175	0	1175	---
34	AL-ANC	S	HAR-5000	84		251	376	0			1129	0	1129	---
35	AL-AM	S	HAR-5000	77		232	363	0			1089	0	1089	---
36	AL-AM	S	HAR-5000	86		259	351	0			1052	0	1052	---
37	AN-AM	S	HAR-9000	73		219	2062	10			6186	29	6215	20
38	AL-AM	S	HAR-5000	107		322	469	0			1407	0	1407	---
39	AL-AM	S	HAR-5000	116		347	481	0			1442	0	1442	---
40	AN-AM	S	HAR-7000	65		195	2006	1			6017	4	6020	2
41	AL-AM	S	HAR-5000	86		258	378	0			1133	0	1133	---
42	AL-SU	S	HAR-5000	106		318	444	0			1331	0	1331	---
43	AL-ANC	S	HAR-5000	94		282	433	421			1300	1264	2564	842
44	AN-ANC	S	HAR-9000	83		249	1928	238			5785	715	6500	572
45	AL-AM	S	HAR-5000	87		262	390	0			1169	0	1169	---
46	AL-AM	S	HAR-5000	87		262	392	0			1175	0	1175	---
47	AL-AM	S	HAR-5000	87		262	392	0			1175	0	1175	---
48	AL-AM	S	HAR-5000	87		262	392	0			1175	0	1175	---

Tabla 11. 1ª hipótesis

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
49	AL-AM	S	HAR-5000	87		262	391	0			1172	0	1172	---
50	AL-ANC	S	HAR-5000	86		259	391	0			1172	0	1172	---
51	AN-AM	S	HAR-7000	94		281	2012	0			6036	0	6036	---
52	AL-AM	S	HAR-5000	84		251	390	39			1169	117	1286	78
53	AL-AM	S	HAR-5000	89		266	391	39			1172	117	1289	78
54	AN-AM	S	HAR-7000	82		247	1465	1			4395	2	4396	1
55	AL-AM	S	HAR-5000	86		259	391	0			1173	0	1173	---
56	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	391	0			1173	0	1173	---
57	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	391	0			1172	0	1172	---
58	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	391	0			1173	0	1173	---
59	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	391	0			1173	0	1173	---
60	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	391	0			1173	0	1173	---
61	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	383	0			1150	0	1150	---
62	AN-AM	S	HAR-9000	77		232	2232	3			6695	8	6703	6
63	AL-AM	S	HAR-5000	87		260	379	0			1138	0	1138	---
64	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	391	0			1173	0	1173	---

Tabla 11. 1ª hipótesis

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
65	AL-ANC	S	HAR-5000	87		260	391	0			1172	0	1172	---
66	AL-AM	S	HAR-5000	88		264	391	0			1173	0	1173	---
67	AL-AM	S	HAR-5000	86		259	372	0			1116	0	1116	---
68	AL-AM	S	HAR-5000	71		212	332	0			995	0	995	---
69	AL-AM	S	HAR-5000	68		204	323	10			968	30	998	20
70	AN-AM	S	HAR-7000	80		240	2057	4			6171	11	6182	7
71	AL-AM	S	HAR-5000	100		300	458	0			1375	0	1375	---
72	AL-AM	S	HAR-5000	112		335	460	0			1380	0	1380	---
73	AN-AM	S	HAR-9000	74		222	2157	1			6471	4	6475	3
74	AL-AM	S	HAR-5000	110		329	466	0			1397	0	1397	---
75	AL-AM	S	HAR-5000	107		321	464	48			1393	142	1535	95
76	AN-AM	S	HAR-9000	77		231	2192	38			6577	114	6691	91
77	AL-AM	S	HAR-5000	72		216	325	141			975	423	1398	282
78	AL-AM	S	HAR-5000	70		211	324	100			973	300	1273	200
79	AL-ANC	S	HAR-5000	77		230	338	20			1015	60	1075	40
80	AL-AM	S	HAR-5000	75		226	343	9			1028	27	1055	18

Tabla 11. 1ª hipótesis

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Memoria de Cálculos

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
81	AN-AM	S	HAR-9000	75		226	2113	26			6339	79	6418	63
82	AN-AM	S	HAR-5000	70		209	794	2			2381	6	2387	4
83	AL-AM	S	HAR-5000	104		312	373	0			1118	0	1118	---
84	AL-AM	S	HAR-5000	79		238	385	0			1154	0	1154	---
85	AL-AM	S	HAR-5000	69		207	349	0			1047	0	1047	---
86	AL-AM	S	HAR-5000	80		239	341	0			1023	0	1023	---
87	AL-AM	S	HAR-5000	73		219	359	0			1078	0	1078	---
88	AL-AM	S	HAR-5000	104		312	408	0			1223	0	1223	---
89	AL-ANC	S	HAR-5000	63		189	275	530			824	1590	2414	1060
90	FL	S	HAR-5000	13		40	69	1014			206	3042	3248	2028

Tabla 11. 1ª hipótesis

3.4.11.2 Tercera Hipotesis



Esfuerzos. 3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES								
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)	
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal			
1	FL	S	HAR-9000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	AL-AM	S	HAR-5000	75		225	0	213			0	638	638	---	---
3	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	0	270			0	809	809	---	---
4	AN-AM	S	HAR-5000	108		324	520	266			1561	799	2360	---	---
5	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	0	216			0	647	647	---	---
6	AL-AM	S	HAR-5000	80		241	0	216			0	647	647	---	---
7	AL-AM	S	HAR-5000	84		251	0	216			0	647	647	---	---
8	AL-AM	S	HAR-5000	82		245	0	216			0	647	647	---	---
9	AL-AM	S	HAR-5000	90		270	0	216			0	647	647	---	---
10	AL-AM	S	HAR-5000	77		232	0	216			0	647	647	---	---
11	AN-AM	S	HAR-9000	109		326	2059	212			6176	635	6811	---	---
12	AL-AM	S	HAR-5000	104		311	0	270			0	809	809	---	---
13	AL-AM	S	HAR-5000	31		93	0	213			0	638	638	---	---
14	AL-AM	S	HAR-5000	122		367	0	270			0	809	809	---	---
15	AL-AM	S	HAR-5000	102		306	0	270			0	809	809	---	---
16	AL-AM	S	HAR-5000	90		269	0	216			0	647	647	---	---

Figura 17. 3ª hipótesis

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agreus desde S.E. de Reus  
Memoria de Cálculos

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
17	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	0	216			0	647	647	---
18	AL-ANC	S	HAR-5000	86		259	0	719			0	2157	2157	---
19	AL-AM	S	HAR-5000	89		266	0	216			0	647	647	---
20	AL-AM	S	HAR-5000	86		257	0	216			0	647	647	---
21	AL-AM	S	HAR-5000	34		102	0	216			0	647	647	---
22	AN-AM	S	HAR-7000	84		251	1478	179			4434	538	4972	---
23	AL-AM	S	HAR-5000	116		347	0	270			0	809	809	---
24	AL-AM	S	HAR-5000	116		347	0	270			0	809	809	---
25	AL-AM	S	HAR-5000	78		233	0	216			0	647	647	---
26	AL-AM	S	HAR-5000	93		280	0	216			0	647	647	---
27	AL-AM	S	HAR-5000	85		256	0	216			0	647	647	---
28	AL-AM	S	HAR-5000	91		274	0	216			0	647	647	---
29	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	0	216			0	647	647	---
30	AN-AM	S	HAR-9000	84		251	1728	164			5183	492	5675	---
31	AL-AM	S	HAR-5000	89		266	0	216			0	647	647	---
32	AL-AM	S	HAR-5000	85		255	0	216			0	647	647	---

Figura 17. 3ª hipótesis

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
33	AL-AM	S	HAR-5000	90		271	0	216			0	647	647	---
34	AL-ANC	S	HAR-5000	84		251	0	719			0	2157	2157	---
35	AL-AM	S	HAR-5000	77		232	0	216			0	647	647	---
36	AL-AM	S	HAR-5000	86		259	0	216			0	647	647	---
37	AN-AM	S	HAR-9000	73		219	1647	169			4941	508	5449	---
38	AL-AM	S	HAR-5000	107		322	0	270			0	809	809	---
39	AL-AM	S	HAR-5000	116		347	0	270			0	809	809	---
40	AN-AM	S	HAR-7000	65		195	1564	175			4691	524	5215	---
41	AL-AM	S	HAR-5000	86		258	0	216			0	647	647	---
42	AL-SU	S	HAR-5000	106		318	0	144			0	431	431	---
43	AL-ANC	S	HAR-5000	75		225	0	719			0	2157	2157	---
44	AN-ANC	S	HAR-9000	83		249	1401	547			4203	1640	5843	---
45	AL-AM	S	HAR-5000	87		262	0	216			0	647	647	---
46	AL-AM	S	HAR-5000	87		262	0	216			0	647	647	---
47	AL-AM	S	HAR-5000	87		262	0	216			0	647	647	---
48	AL-AM	S	HAR-5000	87		262	0	216			0	647	647	---

Figura 17. 3ª hipótesis

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
49	AL-AM	S	HAR-5000	87		262	0	216			0	647	647	---
50	AL-ANC	S	HAR-5000	86		259	0	719			0	2157	2157	---
51	AN-AM	S	HAR-7000	94		281	1564	175			4691	524	5215	---
52	AL-AM	S	HAR-5000	84		251	0	216			0	647	647	---
53	AL-AM	S	HAR-5000	89		266	0	216			0	647	647	---
54	AN-AM	S	HAR-7000	82		247	1018	199			3054	598	3652	---
55	AL-AM	S	HAR-5000	86		259	0	216			0	647	647	---
56	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	0	216			0	647	647	---
57	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	0	216			0	647	647	---
58	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	0	216			0	647	647	---
59	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	0	216			0	647	647	---
60	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	0	216			0	647	647	---
61	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	0	216			0	647	647	---
62	AN-AM	S	HAR-9000	77		232	1806	158			5417	475	5893	---
63	AL-AM	S	HAR-5000	87		260	0	216			0	647	647	---
64	AL-AM	S	HAR-5000	87		261	0	216			0	647	647	---

Figura 17. 3ª hipótesis

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Memoria de Cálculos

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES						Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)			
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
65	AL-ANC	S	HAR-5000	87		260	0	719			0	2157	2157	---
66	AL-AM	S	HAR-5000	88		264	0	216			0	647	647	---
67	AL-AM	S	HAR-5000	86		259	0	216			0	647	647	---
68	AL-AM	S	HAR-5000	71		212	0	216			0	647	647	---
69	AL-AM	S	HAR-5000	68		204	0	216			0	647	647	---
70	AN-AM	S	HAR-7000	80		240	1647	169			4941	508	5449	---
71	AL-AM	S	HAR-5000	100		300	0	270			0	809	809	---
72	AL-AM	S	HAR-5000	112		335	0	270			0	809	809	---
73	AN-AM	S	HAR-9000	74		222	1728	164			5183	492	5675	---
74	AL-AM	S	HAR-5000	110		329	0	270			0	809	809	---
75	AL-AM	S	HAR-5000	107		321	0	270			0	809	809	---
76	AN-AM	S	HAR-9000	77		231	1806	158			5417	475	5893	---
77	AL-AM	S	HAR-5000	72		216	0	216			0	647	647	---
78	AL-AM	S	HAR-5000	70		211	0	210			0	629	629	---
79	AL-ANC	S	HAR-5000	77		230	0	709			0	2126	2126	---
80	AL-AM	S	HAR-5000	75		226	0	213			0	638	638	---

Figura 17. 3ª hipótesis

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES						Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)			
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
81	AN-AM	S	HAR-9000	75		226	1728	164			5183	492	5675	---
82	AN-AM	S	HAR-5000	70		209	416	213			1248	639	1888	---
83	AL-AM	S	HAR-5000	104		312	0	216			0	647	647	---
84	AL-AM	S	HAR-5000	79		238	0	216			0	647	647	---
85	AL-AM	S	HAR-5000	69		207	0	216			0	647	647	---
86	AL-AM	S	HAR-5000	80		239	0	216			0	647	647	---
87	AL-AM	S	HAR-5000	73		219	0	216			0	647	647	---
88	AL-AM	S	HAR-5000	104		312	0	270			0	809	809	---
89	AL-ANC	S	HAR-5000	50		151	0	719			0	2157	2157	---
90	FL	S	HAR-5000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Figura 17. 3ª hipótesis

3.4.11.3 Cuarta Hipotesis



ESFUERZOS. 4ª HIPÓTESIS FASE

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

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES											
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase con rotura (Kg)		Fase sin rotura (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Torsión simple (Kg)	Torsión compuesta (Ángulos y FL) (Kg)		
							Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.		Esf.Util	Esf.Equiv.	M.Torsor(Kg x m)
1	FL	S	HAR-9000	31		94	0	0	0	1417	0	0	0	2835	---	2835	2835	5670
2	AL-AM	S	HAR-5000															
3	AL-AM	S	HAR-5000															
4	AN-AM	S	HAR-5000															
5	AL-AM	S	HAR-5000															

Tabla 12. 4ª Hipótesis

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Memoria de Cálculos

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES												
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase con rotura (Kg)		Fase sin rotura (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Torsión simple (Kg)	Torsión compuesta (Ángulos y FL) (Kg)			
							Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.		Esf.Util	Esf.Equiv	M.Torsor(Kg x m)	
17	AL-AM	S	HAR-5000																
18	AL-ANC	S	HAR-5000	86		259	0	1438	0	0	0	0	0	1438	1438	---	---	---	
19	AL-AM	S	HAR-5000																
20	AL-AM	S	HAR-5000																

Tabla 12. 4ª Hipótesis

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES												
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase con rotura (Kg)		Fase sin rotura (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Torsión simple (Kg)	Torsión compuesta (Ángulos y FL) (Kg)			
							Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.		Esf.Util	Esf.Equiv	M.Torsor(Kg x m)	
33	AL-AM	S	HAR-5000																
34	AL-ANC	S	HAR-5000	84		251	0	1438	0	0	0	0	0	1438	1438	---	---	---	
35	AL-AM	S	HAR-5000																
36	AL-AM	S	HAR-5000																
37	AN-AM	S	HAR-9000																
38	AL-AM	S	HAR-5000																
39	AL-AM	S	HAR-5000																
40	AN-AM	S	HAR-7000																
41	AL-AM	S	HAR-5000																
42	AL-SU	S	HAR-5000																
43	AL-ANC	S	HAR-5000	75		225	0	1438	0	0	0	0	0	1438	1438	---	---	---	
44	AN-ANC	S	HAR-9000	83		249	934	1093	1868	0	0	0	4670	1093	---	5763	5763	2624	

Tabla 12. 4ª Hipótesis

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES												
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase con rotura (Kg)		Fase sin rotura (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Torsión simple (Kg)	Torsión compuesta (Ángulos y FL) (Kg)			
							Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.		Esf.Util	Esf.Equiv	M.Torsor(Kg x m)	
49	AL-AM	S	HAR-5000																
50	AL-ANC	S	HAR-5000	86		259	0	1438	0	0	0	0	0	1438	1438	---	---	---	
51	AN-AM	S	HAR-7000																

Tabla 12. 4ª Hipótesis

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES												
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase con rotura (Kg)		Fase sin rotura (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Torsión simple (Kg)	Torsión compuesta (Ángulos y FL) (Kg)			
							Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.		Esf.Util	Esf.Equiv	M.Torsor(Kg x m)	
65	AL-ANC	S	HAR-5000	87		260	0	1438	0	0	0	0	0	1438	1438	---	---	---	
66	AL-AM	S	HAR-5000																
67	AL-AM	S	HAR-5000																
68	AL-AM	S	HAR-5000																
69	AL-AM	S	HAR-5000																
70	AN-AM	S	HAR-7000																
71	AL-AM	S	HAR-5000																
72	AL-AM	S	HAR-5000																
73	AN-AM	S	HAR-9000																
74	AL-AM	S	HAR-5000																
75	AL-AM	S	HAR-5000																
76	AN-AM	S	HAR-9000																
77	AL-AM	S	HAR-5000																
78	AL-AM	S	HAR-5000																
79	AL-ANC	S	HAR-5000	77		230	0	1417	0	0	0	0	0	1417	1417	---	---	---	
80	AL-AM	S	HAR-5000																

Tabla 12. 4ª Hipótesis



Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agreorus desde S.E. de Reus  
Memoria de Cálculos

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	Zona A			Zona B			Zona C			Tens. (85°C)		Tens. (15°C+V)		Tens. (0°C+H)		Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	
						EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)	CHS (%)	Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)					Flecha (m)
25-26	A	190	3,18	190	1438	8,38	---	---	9,11	542	---	---	---	---	---	295	6,66	749	5,82	---	---	4,9	6,66	---	---
26-27	A	190	-0,4	190	1438	8,38	---	---	9,11	542	---	---	---	---	---	295	6,66	749	5,82	---	---	4,9	6,66	---	---
27-28	A	190	0,77	190	1438	8,38	---	---	9,11	542	---	---	---	---	---	295	6,66	749	5,82	---	---	4,9	6,66	---	---
28-29	A	190	-1,63	190	1438	8,38	---	---	9,11	542	---	---	---	---	---	295	6,66	749	5,82	---	---	4,9	6,66	---	---
29-30	A	190	-1,49	190	1438	8,38	---	---	9,11	542	---	---	---	---	---	295	6,66	749	5,82	---	---	4,9	6,66	---	---
30-31	A	190	0,74	190	1438	8,38	---	---	9,11	542	---	---	---	---	---	295	6,66	749	5,82	---	---	4,9	6,66	---	---
31-32	A	190	-0,05	190	1438	8,38	---	---	9,11	542	---	---	---	---	---	295	6,66	749	5,82	---	---	4,9	6,66	---	---
32-33	A	190	1,27	190	1438	8,38	---	---	9,11	542	---	---	---	---	---	295	6,66	749	5,82	---	---	4,9	6,66	---	---
33-34	A	190	-0,58	190	1438	8,38	---	---	9,11	542	---	---	---	---	---	295	6,66	749	5,82	---	---	4,9	6,66	---	---
34-35	A	174	-0,39	174	1438	8,65	---	---	9,62	564	---	---	---	---	---	292	5,65	758	4,83	---	---	3,9	5,65	---	---
35-36	A	177	1,53	177	1438	8,61	---	---	9,54	561	---	---	---	---	---	292	5,78	756	4,95	---	---	4,03	5,78	---	---
36-37	A	162	-2,85	162	1438	8,95	---	---	10,18	589	---	---	---	---	---	289	4,91	767	4,1	---	---	3,16	4,91	---	---

Figura 18. Tensiones y flechas

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	Zona A			Zona B			Zona C			Tens. (85°C)		Tens. (15°C+V)		Tens. (0°C+H)		Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	
						EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)	CHS (%)	Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)					Flecha (m)
37-38	A	178	-0,13	178	1438	8,59	---	---	9,5	559	---	---	---	---	---	293	5,85	756	5,02	---	---	4,09	5,85	---	---
38-39	A	186	-1,47	186	1438	8,44	---	---	9,23	547	---	---	---	---	---	294	6,39	751	5,55	---	---	4,62	6,39	---	---
39-40	A	187	-5,49	187	1438	8,43	---	---	9,2	548	---	---	---	---	---	294	6,46	750	5,62	---	---	4,69	6,46	---	---
40-41	A	185	6,57	185	1438	8,46	---	---	9,26	548	---	---	---	---	---	294	6,32	751	5,48	---	---	4,56	6,32	---	---
41-42	A	181	5,39	178	1438	8,59	---	---	9,49	559	---	---	---	---	---	293	6,06	756	5,2	---	---	4,24	6,06	---	---
42-43	A	175	2,2	178	1438	8,59	---	---	9,49	559	---	---	---	---	---	293	5,65	756	4,85	---	---	3,95	5,65	---	---
43-44	A	159	3,96	159	1101	5,96	---	---	6,35	384	---	---	---	---	---	220	6,26	553	5,53	---	---	4,94	6,26	---	---
44-45	A	188	1,86	188	1438	8,41	---	---	9,17	544	---	---	---	---	---	295	6,52	750	5,68	---	---	4,76	6,52	---	---
45-46	A	190	1,61	190	1438	8,38	---	---	9,11	542	---	---	---	---	---	295	6,66	749	5,82	---	---	4,9	6,66	---	---
46-47	A	190	1,61	190	1438	8,38	---	---	9,11	542	---	---	---	---	---	295	6,66	749	5,82	---	---	4,9	6,66	---	---
47-48	A	190	1,61	190	1438	8,38	---	---	9,11	542	---	---	---	---	---	295	6,66	749	5,82	---	---	4,9	6,66	---	---
48-49	A	190	1,61	190	1438	8,38	---	---	9,11	542	---	---	---	---	---	295	6,66	749	5,82	---	---	4,9	6,66	---	---

Figura 18. Tensiones y flechas

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	Zona A			Zona B			Zona C			Tens. (85°C)		Tens. (15°C+V)		Tens. (0°C+H)		Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	
						EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)	CHS (%)	Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)					Flecha (m)
49-50	A	189	1,45	189	1438	8,39	---	---	9,14	543	---	---	---	---	---	295	6,59	749	5,75	---	---	4,83	6,59	---	---
50-51	A	190	1,9	190	1438	8,38	---	---	9,11	542	---	---	---	---	---	295	6,66	749	5,82	---	---	4,9	6,66	---	---
51-52	A	190	-1,92	190	1438	8,38	---	---	9,11	542	---	---	---	---	---	295	6,66	749	5,82	---	---	4,9	6,66	---	---
52-53	A	188	-0,09	188	1399	8,06	---	---	8,73	520	---	---	---	---	---	286	6,71	725	5,88	---	---	5	6,71	---	---
53-54	A	191	-1,02	191	1438	8,36	---	---	9,08	540	---	---	---	---	---	295	6,73	748	5,89	---	---	4,97	6,73	---	---
54-55	A	190	2,04	190	1438	8,38	---	---	9,12	542	---	---	---	---	---	295	6,63	749	5,79	---	---	4,87	6,63	---	---
55-56	A	190	2,41	190	1438	8,38	---	---	9,12	542	---	---	---	---	---	295	6,64	749	5,79	---	---	4,87	6,64	---	---
56-57	A	190	2,41	190	1438	8,38	---	---	9,12	542	---	---	---	---	---	295	6,64	749	5,79	---	---	4,87	6,64	---	---
57-58	A	190	2,38	190	1438	8,39	---	---	9,13	542	---	---	---	---	---	295	6,62	749	5,78	---	---	4,86	6,62	---	---
58-59	A	190	2,43	190	1438	8,38	---	---	9,12	542	---	---	---	---	---	295	6,65	749	5,81	---	---	4,89	6,65	---	---
59-60	A	190	2,41	190	1438	8,38	---	---	9,12	542	---	---	---	---	---	295	6,64	749	5,79	---	---	4,87	6,64	---	---
60-61	A	190	2,41	190	1438	8,38	---	---	9,12	542	---	---	---	---	---	295	6,64	749	5,79	---	---	4,87	6,64	---	---

Figura 18. Tensiones y flechas

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Memoria de Cálculos

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	Zona A			Zona B			Zona C			Tens. (85°C)		Tens. (15°C+V)		Tens. (0°C+H)		Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
						EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)	CHS (%)	Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)				
61-62	A	182	1,28	182	1438	8,51	---	---	9,35	553	---	---	1438	---	---	---	293	6,12	753	5,29	---	---	4,36	6,12
62-63	A	178	4,33	178	1438	8,59	---	---	9,49	559	---	---	1438	---	---	---	293	5,87	756	5,03	---	---	4,11	5,87
63-64	A	190	3,39	190	1438	8,38	---	---	9,12	542	---	---	1438	---	---	---	295	6,64	749	5,79	---	---	4,87	6,64
64-65	A	190	3,39	190	1438	8,38	---	---	9,12	542	---	---	1438	---	---	---	295	6,64	749	5,79	---	---	4,87	6,64
65-66	A	190	3,68	190	1438	8,39	---	---	9,13	542	---	---	1438	---	---	---	295	6,62	749	5,78	---	---	4,86	6,62
66-67	A	190	3,11	190	1438	8,38	---	---	9,12	542	---	---	1438	---	---	---	295	6,65	749	5,81	---	---	4,89	6,65
67-68	A	170	0,83	170	1438	8,75	---	---	9,79	572	---	---	1438	---	---	---	291	5,39	761	4,57	---	---	3,64	5,39
68-69	A	148	2,12	148	1438	9,38	---	---	11,03	624	---	---	1438	---	---	---	285	4,19	778	3,39	---	---	2,45	4,19
69-70	A	161	4,19	161	1428	8,87	---	---	10,08	584	---	---	1428	---	---	---	286	4,89	761	4,08	---	---	3,16	4,89
70-71	A	180	3,91	180	1438	8,55	---	---	9,42	556	---	---	1438	---	---	---	293	6	754	5,16	---	---	4,24	6
71-72	A	175	4,75	175	1438	8,65	---	---	9,61	564	---	---	1438	---	---	---	292	5,67	758	4,84	---	---	3,91	5,67
72-73	A	182	0,65	182	1438	8,52	---	---	9,37	553	---	---	1438	---	---	---	293	6,09	753	5,26	---	---	4,33	6,09

Figura 18. Tensiones y flechas

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	Zona A			Zona B			Zona C			Tens. (85°C)		Tens. (15°C+V)		Tens. (0°C+H)		Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
						EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)	CHS (%)	Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)				
73-74	A	179	5,7	179	1438	8,56	---	---	9,44	557	---	---	1438	---	---	---	293	5,95	755	5,12	---	---	4,19	5,95
74-75	A	182	2,99	182	1438	8,52	---	---	9,37	553	---	---	1438	---	---	---	293	6,1	753	5,26	---	---	4,34	6,1
75-76	A	178	1,32	178	1400	8,21	---	---	9	533	---	---	1400	---	---	---	284	6,05	730	5,22	---	---	4,34	6,05
76-77	A	163	1,99	163	1438	8,93	---	---	10,14	587	---	---	1438	---	---	---	289	4,96	766	4,15	---	---	3,21	4,96
77-78	A	149	2,11	149	1297	7,74	---	---	8,7	510	---	---	1297	---	---	---	256	4,7	678	3,92	---	---	3,14	4,7
78-79	A	162	3	162	1397	8,49	---	---	9,55	557	---	---	1397	---	---	---	280	5,08	738	4,28	---	---	3,39	5,08
79-80	A	163	2,31	163	1417	8,68	---	---	9,79	570	---	---	1417	---	---	---	285	5,07	751	4,26	---	---	3,35	5,07
80-81	A	167	2,8	167	1408	8,51	---	---	9,51	557	---	---	1408	---	---	---	284	5,31	742	4,49	---	---	3,6	5,31
81-82	A	161	2,82	161	1438	8,97	---	---	10,23	591	---	---	1438	---	---	---	288	4,87	767	4,05	---	---	3,12	4,87
82-83	A	174	7,27	174	1438	8,66	---	---	9,63	565	---	---	1438	---	---	---	292	5,64	758	4,81	---	---	3,88	5,64
83-84	A	187	-4,64	187	1438	8,43	---	---	9,21	546	---	---	1438	---	---	---	294	6,43	750	5,59	---	---	4,67	6,43
84-85	A	187	-0,94	187	1438	8,43	---	---	9,21	546	---	---	1438	---	---	---	294	6,42	751	5,58	---	---	4,66	6,42

Figura 18. Tensiones y flechas

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	Zona A			Zona B			Zona C			Tens. (85°C)		Tens. (15°C+V)		Tens. (0°C+H)		Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
						EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)	CHS (%)	Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)				
85-86	A	150	3,44	150	1438	9,32	---	---	10,91	619	---	---	1438	---	---	---	285	4,27	777	3,47	---	---	2,54	4,27
86-87	A	178	1,91	178	1438	8,58	---	---	9,48	558	---	---	1438	---	---	---	293	5,88	755	5,05	---	---	4,12	5,88
87-88	A	169	5,63	169	1438	8,77	---	---	9,84	574	---	---	1438	---	---	---	291	5,33	761	4,51	---	---	3,57	5,33
88-89	A	144	-0,03	144	1438	9,56	---	---	11,39	638	---	---	1438	---	---	---	283	3,96	783	3,17	---	---	2,23	3,96
89-90	A	59	-0,49	59	1014	8,13	---	---	13,07	627	---	---	1014	---	---	---	147	1,26	559	0,73	---	---	0,32	1,26

Figura 18. Tensiones y flechas

### 3.4.11.5 Coeficientes de Seguridad



#### COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Número apoyo	Func. apoyo	Tipo de torre	Tipo de seg.	1ª HIPÓTESIS (Viento 180 K)				2ª HIPÓTESIS (Hielo)				Hipótesis 3ª (Desequilibrio)				Hipótesis 4ª (Rotura Fase)				Hipótesis 4ª (Rotura Protección)										
				Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEC.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEC.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEC.	Torsión simple			Torsión compuesta (Ang y FL)		Rotura simple		Rotura compuesta (Ángulos)							
																Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEC.	Esf. Eq. incidente (Kg)	Mom. Tor. incidente (Kg x m)	COEF. SEC.	Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEC.	Esf. Eq. incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEC.			
1	FL	HAR-9000	NORM	4756	2834		Ver gráf	0	---				0	---					2835	5670	Ver gráf									
2	AL-AM	HAR-5000	NORM	1237	164		Ver gráf	0	---			638	---	5525	12,99															
3	AL-AM	HAR-5000	REFO	1611 (1)	258 (1)		Ver gráf	0 (1)	---			809 (1)	---	5525	10,25															
4	AN-AM	HAR-5000	REFO	3040 (1)	12 (1)		Ver gráf	0 (1)	---			2360 (1)	---	5525	3,51															
5	AL-AM	HAR-5000	NORM	1143	---	4145	5,44	0	---			647	---	5525	12,81															
6	AL-AM	HAR-5000	NORM	1107	---	4145	5,62	0	---			647	---	5525	12,81															
7	AL-AM	HAR-5000	NORM	1101	---	4219	5,75	0	---			647	---	5525	12,81															
8	AL-AM	HAR-5000	NORM	1126	---	4145	5,52	0	---			647	---	5525	12,81															
9	AL-AM	HAR-5000	NORM	1166	---	4145	5,33	0	---			647	---	5525	12,81															
10	AL-AM	HAR-5000	NORM	1180	---	4145	5,36	0	---			647	---	5525	12,81															
11	AN-AM	HAR-9000	REFO	7825 (1)	3 (1)		Ver gráf	0 (1)	---			8811 (1)	---	10380	2,29															
12	AL-AM	HAR-5000	REFO	1639 (1)	288 (1)		Ver gráf	0 (1)	---			809 (1)	---	5525	10,25															
13	AL-AM	HAR-5000	NORM	1089	190		Ver gráf	0	---			638	---	5525	12,99															
14	AL-AM	HAR-5000	REFO	1307 (1)	50 (1)		Ver gráf	0 (1)	---			809 (1)	---	5525	10,25															
15	AL-AM	HAR-5000	REFO	1453 (1)	---	4145	4,28	0 (1)	---			809 (1)	---	5525	10,25															
16	AL-AM	HAR-5000	NORM	1187	---	4145	5,24	0	---			647	---	5525	12,81															

Figura 19. Coeficientes de seguridad

Número apoyo	Func. apoyo	Tipo de torre	Tipo de seg.	1ª HIPÓTESIS (Viento 180 K)				2ª HIPÓTESIS (Hielo)				Hipótesis 3ª (Desequilibrio)				Hipótesis 4ª (Rotura Fase)				Hipótesis 4ª (Rotura Protección)										
				Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEC.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEC.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEC.	Torsión simple			Torsión compuesta (Ang y FL)		Rotura simple		Rotura compuesta (Ángulos)							
																Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEC.	Esf. Eq. incidente (Kg)	Mom. Tor. incidente (Kg x m)	COEF. SEC.	Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEC.	Esf. Eq. incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEC.			
17	AL-AM	HAR-5000	NORM	1182	---	4145	5,26	0	---			647	---	5525	12,81															
18	AL-AN	HAR-5000	NORM	1173	---	4145	5,3	0	---			2157	---	7125	3,96	1438	2745	2,29												
19	AL-AM	HAR-5000	NORM	1173	---	4145	5,3	0	---			647	---	5525	12,81															
20	AL-AM	HAR-5000	NORM	1037	---	4145	6	0	---			647	---	5525	12,81															
21	AL-AM	HAR-5000	NORM	1054	152		Ver gráf	0	---			647	---	5525	12,81															
22	AN-AM	HAR-7000	NORM	5554	46		Ver gráf	0	---			4972	---	7585	2,29															
23	AL-AM	HAR-5000	REFO	1475 (1)	---	3910	3,98	0 (1)	---			809 (1)	---	5525	10,25															
24	AL-AM	HAR-5000	REFO	1465 (1)	---	3910	4	0 (1)	---			809 (1)	---	5525	10,25															
25	AL-AM	HAR-5000	NORM	1173	---	4219	5,39	0	---			647	---	5525	12,81															
26	AL-AM	HAR-5000	NORM	1175	---	3910	4,99	0	---			647	---	5525	12,81															
27	AL-AM	HAR-5000	NORM	1175	---	4145	5,29	0	---			647	---	5525	12,81															
28	AL-AM	HAR-5000	NORM	1175	---	4145	5,29	0	---			647	---	5525	12,81															
29	AL-AM	HAR-5000	NORM	1175	---	4145	5,29	0	---			647	---	5525	12,81															
30	AN-AM	HAR-9000	NORM	6515	---		Ver gráf	0	---			5675	---	10380	2,74															
31	AL-AM	HAR-5000	NORM	1175	---	4145	5,29	0	---			647	---	5525	12,81															
32	AL-AM	HAR-5000	NORM	1175	---	4145	5,29	0	---			647	---	5525	12,81															

Figura 19. Coeficientes de seguridad

# Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus

## Memoria de Cálculos

Número apoyo	Func. apoyo	Tipo de torre	Tipo de seg.	1ª HIPÓTESIS (Viento 180 K)				2ª HIPÓTESIS (Hielo)				Hipótesis 3ª (Desequilibrio)				Hipótesis 4ª (Rotura Fase)				Hipótesis 4ª (Rotura Protección)			
				Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento tensor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento tensor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento tensor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Torsión simple		Torsión compuesta (Ang y FL)		Rotura simple		Rotura compuesta (Angulos)	
												Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esf. Eq. incidente (Kg)	Mom. Ten. incidente (Kg x m)	COEF. SEG.	Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esf. Eq. incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.
33	AL-AM	HAR-5000	NORM	1175	---	4145	5,29	0	---	647	---	5525	12,81										
34	AL-AN	HAR-5000	NORM	1129	---	4145	5,51	0	---	2157	---	7125	3,96	1438	2745	2,29							
35	AL-AM	HAR-5000	NORM	1089	---	4219	5,81	0	---	647	---	5525	12,81										
36	AL-AM	HAR-5000	NORM	1052	---	4145	5,91	0	---	647	---	5525	12,81										
37	AN-AM	HAR-9000	NORM	6215	20		Ver gráf	0	---	5449	---	10380	2,86										
38	AL-AM	HAR-5000	REFO	1407 (1)	---	4145	4,42	0 (1)	---	809 (1)	---	5525	10,25										
39	AL-AM	HAR-5000	REFO	1442 (1)	---	3910	4,07	0 (1)	---	809 (1)	---	5525	10,25										
40	AN-AM	HAR-7000	NORM	6020	2		Ver gráf	0	---	5215	---	7585	2,18										
41	AL-AM	HAR-5000	NORM	1133	---	3910	5,18	0	---	647	---	5525	12,81										
42	AL-SU	HAR-5000	REFO	1331 (1)	---	3910	4,41	0 (1)	---	431 (1)	---	5525	19,21										
43	AL-AN	HAR-5000	REFO	2564 (1)	842 (1)		Ver gráf	0 (1)	---	2157	---	7125	3,96	1438	2745	2,29							
44	AN-AN	HAR-9000	NORM	6500	572		Ver gráf	0	---	5843	---	12840	2,64			5783	2824	Ver gráf					
45	AL-AM	HAR-5000	NORM	1169	---	4145	5,32	0	---	647	---	5525	12,81										
46	AL-AM	HAR-5000	NORM	1175	---	4145	5,29	0	---	647	---	5525	12,81										
47	AL-AM	HAR-5000	NORM	1175	---	4145	5,29	0	---	647	---	5525	12,81										
48	AL-AM	HAR-5000	NORM	1175	---	4145	5,29	0	---	647	---	5525	12,81										

Figura 19. Coeficientes de seguridad

Número apoyo	Func. apoyo	Tipo de torre	Tipo de seg.	1ª HIPÓTESIS (Viento 180 K)				2ª HIPÓTESIS (Hielo)				Hipótesis 3ª (Desequilibrio)				Hipótesis 4ª (Rotura Fase)				Hipótesis 4ª (Rotura Protección)			
				Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento tensor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento tensor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento tensor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Torsión simple		Torsión compuesta (Ang y FL)		Rotura simple		Rotura compuesta (Angulos)	
												Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esf. Eq. incidente (Kg)	Mom. Ten. incidente (Kg x m)	COEF. SEG.	Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esf. Eq. incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.
49	AL-AM	HAR-5000	NORM	1172	---	4145	5,3	0	---	647	---	5525	12,81										
50	AL-AN	HAR-5000	NORM	1172	---	4145	5,3	0	---	2157	---	7125	3,96	1438	2745	2,29							
51	AN-AM	HAR-7000	NORM	6036	---		Ver gráf	0	---	5215	---	7585	2,18										
52	AL-AM	HAR-5000	NORM	1266	78		Ver gráf	0	---	647	---	5525	12,81										
53	AL-AM	HAR-5000	NORM	1289	78		Ver gráf	0	---	647	---	5525	12,81										
54	AN-AM	HAR-7000	NORM	4396	1		Ver gráf	0	---	3652	---	7585	3,12										
55	AL-AM	HAR-5000	NORM	1173	---	4145	5,3	0	---	647	---	5525	12,81										
56	AL-AM	HAR-5000	NORM	1173	---	4145	5,3	0	---	647	---	5525	12,81										
57	AL-AM	HAR-5000	NORM	1172	---	4145	5,3	0	---	647	---	5525	12,81										
58	AL-AM	HAR-5000	NORM	1173	---	4145	5,3	0	---	647	---	5525	12,81										
59	AL-AM	HAR-5000	NORM	1173	---	4145	5,3	0	---	647	---	5525	12,81										
60	AL-AM	HAR-5000	NORM	1173	---	4145	5,3	0	---	647	---	5525	12,81										
61	AL-AM	HAR-5000	NORM	1150	---	4145	5,41	0	---	647	---	5525	12,81										
62	AN-AM	HAR-9000	NORM	6703	6		Ver gráf	0	---	5893	---	10380	2,84										
63	AL-AM	HAR-5000	NORM	1138	---	4145	5,48	0	---	647	---	5525	12,81										
64	AL-AM	HAR-5000	NORM	1173	---	4145	5,3	0	---	647	---	5525	12,81										

Figura 19. Coeficientes de seguridad

Número apoyo	Func. apoyo	Tipo de torre	Tipo de seg.	1ª HIPÓTESIS (Viento 180 K)				2ª HIPÓTESIS (Hielo)				Hipótesis 3ª (Desequilibrio)				Hipótesis 4ª (Rotura Fase)				Hipótesis 4ª (Rotura Protección)			
				Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento tensor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento tensor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento tensor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Torsión simple		Torsión compuesta (Ang y FL)		Rotura simple		Rotura compuesta (Angulos)	
												Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esf. Eq. incidente (Kg)	Mom. Ten. incidente (Kg x m)	COEF. SEG.	Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esf. Eq. incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.
65	AL-AN	HAR-5000	NORM	1172	---	4145	5,3	0	---	2157	---	7125	3,96	1438	2745	2,29							
66	AL-AM	HAR-5000	NORM	1173	---	4145	5,3	0	---	647	---	5525	12,81										
67	AL-AM	HAR-5000	NORM	1116	---	4145	5,57	0	---	647	---	5525	12,81										
68	AL-AM	HAR-5000	NORM	995	---	4219	6,36	0	---	647	---	5525	12,81										
69	AL-AM	HAR-5000	NORM	998	20		Ver gráf	0	---	647	---	5525	12,81										
70	AN-AM	HAR-7000	NORM	6182	7		Ver gráf	0	---	5449	---	7585	2,09										
71	AL-AM	HAR-5000	REFO	1375 (1)	---	4145	4,52	0 (1)	---	809 (1)	---	5525	10,25										
72	AL-AM	HAR-5000	REFO	1380 (1)	---	3910	4,25	0 (1)	---	809 (1)	---	5525	10,25										
73	AN-AM	HAR-9000	NORM	6475	3		Ver gráf	0	---	5675	---	10380	2,74										
74	AL-AM	HAR-5000	REFO	1397 (1)	---	3910	4,2	0 (1)	---	809 (1)	---	5525	10,25										
75	AL-AM	HAR-5000	REFO	1535 (1)	95 (1)		Ver gráf	0 (1)	---	809 (1)	---	5525	10,25										
76	AN-AM	HAR-9000	NORM	6691	91		Ver gráf	0	---	5893	---	10380	2,64										
77	AL-AM	HAR-5000	NORM	1398	292		Ver gráf	0	---	647	---	5525	12,81										
78	AL-AM	HAR-5000	NORM	1273	200		Ver gráf	0	---	629	---	5525	13,18										
79	AL-AN	HAR-5000	NORM	1075	40		Ver gráf	0	---	2126	---	7125	4,02	1417	2745	2,32							
80	AL-AM	HAR-5000	NORM	1055	18		Ver gráf	0	---	638	---	5525	13										

Figura 19. Coeficientes de seguridad

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Memoria de Cálculos

Número apoyo	Func. apoyo	Tipo de torre	Tipo de seg.	1ª HIPÓTESIS (Viento 180 K)				2ª HIPÓTESIS (Hielo)				Hipótesis 3ª (Desequilibrio)				Hipótesis 4ª (Rotura Fase)				Hipótesis 4ª (Rotura Protección)					
				Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento toror incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento toror incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento toror incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Torsión simple		Torsión compuesta (Ang y FL)		Rotura simple		Rotura compuesta (Ángulos)			
																Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esf. Eq. incidente (Kg)	Mom. Tor. incidente (Kg x m)	COEF. SEG.	Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esf. Eq. incidente (Kg)
81	AN-AM	HAR-8000	NORM	6418	63		Ver gráf	0	---			5675	---	10380	2,74										
82	AN-AM	HAR-5000	NORM	2387	4		Ver gráf	0	---			1888	---	5525	4,39										
83	AL-AM	HAR-5000	NORM	1118	---	4145	5,56	0	---			647	---	5525	12,81										
84	AL-AM	HAR-5000	NORM	1154	---	4145	5,39	0	---			647	---	5525	12,81										
85	AL-AM	HAR-5000	NORM	1047	---	4219	6,04	0	---			647	---	5525	12,81										
86	AL-AM	HAR-5000	NORM	1023	---	4219	6,19	0	---			647	---	5525	12,81										
87	AL-AM	HAR-5000	NORM	1078	---	4219	5,87	0	---			647	---	5525	12,81										
88	AL-AM	HAR-5000	REFO	1223 (1)	---	4145	5,08	0 (1)	---			809 (1)	---	5525	10,25										
89	AL-AN	HAR-5000	REFO	2414 (1)	1060 (1)		Ver gráf	0 (1)	---			2157	---	7125	3,96	1438	2745	2,29							
90	FL	HAR-5000	NORM	3248	2028		Ver gráf	0	---			0	---												

ESFUERZOS MAYORADOS:

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

Figura 19. Coeficientes de seguridad

### 3.4.12 Cimentaciones

#### 3.4.12.1 Cimentaciones Monobloque

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

$$M_v = F \cdot \left(h + \frac{2}{3} \cdot t\right) + F_v \cdot \left(h_t / 2 + 2/3 \cdot t\right) \quad (45)$$

Donde

F = Esfuerzo nominal del apoyo en Kg

h = Altura de aplicación del esfuerzo nominal en m.

t = Profundidad de la cimentación en m.

F<sub>v</sub> = Esfuerzo del viento sobre la estructura en Kg.

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

Por otra parte, el momento resistente al vuelco es:

$$M_r = M_1 + M_2 \quad (46)$$

Donde

$$M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot t^4 \quad (47)$$

$$M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot t + 0,4 \cdot p \cdot a \quad (48)$$

Siendo

M<sub>1</sub> = Momento debido al empotramiento lateral del terreno.

M<sub>2</sub> = Momento debido a las cargas verticales.

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

$a$  = Anchura de la cimentación en metros.

$p$  = Peso de la torre y herrajes en Kg.

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

$$M_1 + M_2 \geq M_v \quad (49)$$

Todas las cimentaciones del proyecto serán monobloque, y no podrán superar un esfuerzo de 9.000 kg.

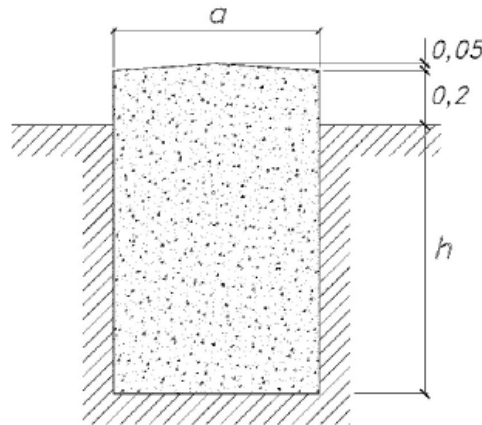


Figura 20. Cimentación monobloque

A continuación, la información de cada apoyo y su respectiva cimentación:



**DATOS DE LAS CIMENTACIONES**

Volumen total de excavación: 639,25 m<sup>3</sup>

Volumen total de cimentación: 693,59 m<sup>3</sup>

Nº APOYO	TORRE	TERRENO	TIPO	a (m)	h (m)	b (m)	H (m)	c (m)	V (Exc) (m <sup>3</sup> )	V (Horm.) (m <sup>3</sup> )
1	HAR-9000-13	Normal	Monobloque	1,93	2,53				9,42	10,17
2	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27				6,11	6,64
3	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27				6,11	6,64
4	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
5	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
6	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
7	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27				6,11	6,64
8	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
9	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
10	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
11	HAR-9000-15	Normal	Monobloque	2,06	2,57				10,91	11,75
12	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
13	HAR-5000-11	Normal	Monobloque	1,54	2,2				5,22	5,69
14	HAR-5000-18	Normal	Monobloque	1,78	2,38				7,54	8,17

Figura 21. Datos de las cimentaciones

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Memoria de Cálculos

Nº APOYO	TORRE	TERRENO	TIPO	a (m)	h (m)	b (m)	H (m)	c (m)	V (Exc) (m3)	V (Horm.) (m3)
15	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
16	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
17	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
18	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
19	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
20	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
21	HAR-5000-11	Normal	Monobloque	1,54	2,2				5,22	5,69
22	HAR-7000-13	Normal	Monobloque	1,78	2,41				7,64	8,27
23	HAR-5000-18	Normal	Monobloque	1,78	2,38				7,54	8,17
24	HAR-5000-18	Normal	Monobloque	1,78	2,38				7,54	8,17
25	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27				6,11	6,64
26	HAR-5000-18	Normal	Monobloque	1,78	2,38				7,54	8,17
27	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
28	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37

Figura 21. Datos de las cimentaciones

Nº APOYO	TORRE	TERRENO	TIPO	a (m)	h (m)	b (m)	H (m)	c (m)	V (Exc) (m3)	V (Horm.) (m3)
29	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
30	HAR-9000-15	Normal	Monobloque	2,06	2,57				10,91	11,75
31	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
32	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
33	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
34	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
35	HAR-5000-13	Normal	Monobloque	1,64	2,27				6,11	6,64
36	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
37	HAR-9000-13	Normal	Monobloque	1,93	2,53				9,42	10,17
38	HAR-5000-15	Normal	Monobloque	1,71	2,32				6,78	7,37
39	HAR-5000-18	Normal	Monobloque	1,78	2,38				7,54	8,17
40	HAR-7000-13	Normal	Monobloque	1,78	2,41				7,64	8,27
41	HAR-5000-18	Normal	Monobloque	1,78	2,38				7,54	8,17
42	HAR-5000-18	Normal	Monobloque	1,78	2,38				7,54	8,17

Figura 21. Datos de las cimentaciones

### 3.5 Cálculo del Centro de Transformación

#### 3.5.1 Intensidad en el lado de AT

La intensidad en el devanado primario viene dada por:

$$I_p = \frac{S}{V_p \sqrt{3}} \quad (50)$$

Donde,

$I_p$ = Intensidad del primario(A)

S= Potencia aparente del transformador (kVA)

$V_p$ = Tensión del primario (kV)

$$I_p = \frac{1000}{30\sqrt{3}} = 19,24 \text{ A} \quad (51)$$

El circuito primario tendrá una intensidad de 19,24 A

### 3.5.2 Intensidad en BT

La intensidad del secundario del transformador vendrá dada por:

$$I_s = \frac{S}{V_s\sqrt{3}} \quad (52)$$

Donde,

$I_p$  = Intensidad del primario (A)

$S$  = Potencia aparente del transformador (kVA)

$V_s$  = Tensión del secundario (kV)

$$I_s = \frac{1000}{0,4\sqrt{3}} = 1443,37 \text{ A}$$

El circuito secundario tendrá una intensidad de 1443,37 A

### 3.5.3 Intensidad de Cortocircuito

#### 3.5.3.1 Intensidad de cortocircuito en el primario

Para este cálculo tenemos que utilizar la potencia aparente proporcionada por la compañía de suministro para el cálculo de cortocircuito, que serán 500MVA. Utilizaremos la siguiente relación:

$$I_{cc,p} = \frac{S_{cc}}{V_p\sqrt{3}} \quad (53)$$

Donde,

$I_{cc,p}$  = Intensidad de cortocircuito del primario (kA)

$S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito (MVA)

$V_p$  = Tensión del primario (kV)

$$I_{cc,p} = \frac{500}{30\sqrt{3}} = 9,62 \text{ kA}$$

EL circuito primario tendrá una intensidad de cortocircuito de 9,62 kA.

### **3.5.3.1 Intensidad de cortocircuito en el secundario**

Utilizaremos la siguiente relación para calcular la intensidad de cortocircuito en el secundario:

$$I_{cc,s} = \frac{S \cdot 100}{V_{cc} \cdot V_s \cdot \sqrt{3}} \quad (54)$$

Donde,

$I_{cc,s}$  = Intensidad de cortocircuito en el secundario. (kA)

S = Potencia del transformador (kVA)

$V_s$  = Tensión del secundario. (kV)

$V_{cc}$  = Tensión de cortocircuito del transformador del 5%

$$I_{cc,s} = \frac{1000 \cdot 100}{5 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{3}} = 28,86 \text{ kA}$$

El cortocircuito del secundario tendrá una intensidad de 28,86 kA.

### **3.5.4 Cálculo del Embarrado**

Dado que este proyecto cuenta con celdas modulares prefabricadas, no será necesario el cálculo de dimensionamiento de embarrado.

### **3.5.5 Cálculos de Puesta a Tierra**

#### **3.5.5.1 Características del Terreno**

El terreno donde quedará ubicado el centro de transformación ha dado una resistividad media de  $125\Omega \cdot m$ .

#### **3.5.5.2 Determinación de los Corrientes Máximos de Puesta a Tierra y Tiempo Máximo de Eliminación de Defecto**

Los parámetros que intervienen en los cálculos de faltas a tierra serán:

### **Tipo de neutro**

El neutro de la red puede estar aislado, físicamente unido a tierra o mediante impedancia, esta última solución limitaría las corrientes de falta a tierra.

### **Tipo de protecciones en el origen de la línea**

Cuando se produce un defecto, este se elimina mediante la apertura de un elemento de corte que secciona el transporte de corriente mediante indicación de un relé de intensidad, el cual puede estar configurado para saltar a un tiempo fijo, o bien por la curva de tipo inverso. Asimismo, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que solo influirán en los cálculos si se realizan en un tiempo inferior a 0,5 segundos.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, tenemos una intensidad de defecto máxima a tierra de 300A, Con un tiempo máximo de eliminación del defecto de 1s.

#### ***3.5.5.3 Diseño de la Instalación de Puesta a Tierra***

Diferenciaremos la puesta a tierra en dos independientes:

##### **Puesta a tierra de servicio**

Se conectará el neutro del transformador y la tierra del secundario de los transformadores de tensión y de intensidad.

El circuito de puesta a tierra de servicio será independiente del de protección. La instalación se realizará con cable aislado con una tensión de 0,6/1kV de cobre de 50mm<sup>2</sup>, entubado desde la caja de seccionamiento hasta los 5 primeros metros perpendiculares al centro de transformación, el resto de cableado irá desnudo, de 50mm<sup>2</sup> igualmente, conectando a 3 metros una pica de 14mm de diámetro y 2 metros de profundidad. Se instalarán picas hasta conseguir un valor inferior de 10Ω, las picas serán de alma de acero galvanizado, con el exterior cubierto de cobre puro electrolítico

##### **Puesta a tierra de protección**

Se conectarán todas las partes metálicas del CT con excepción de las puertas y rejas exteriores. Estas irán protegidas con pintura epoxy, para prevenir corrosión y garantizar alta resistividad.

La puesta a tierra de protección será realizada con un cobre desnudo de 50mm<sup>2</sup>, formando un anillo a una profundidad de 0,6 metros. En el anillo se conectarán 4 picas de alma de acero galvanizado, con el exterior cubierto de cobre puro electrolítico. El conductor de puesta a tierra estará conectando todas las celdas de maniobra mediante una platina de cobre según indica la norma UNE-EN 60298. Estará dimensionada para soportar la intensidad admisible de corta duración.

### 3.5.5.4 Cálculo de la Resistencia de Puesta a Tierra

Para realizar el cálculo necesitamos las características de la red de servicio, donde tenemos una tensión de servicio de 30kV con un nivel de aislamiento de las instalaciones de baja tensión de 10.000V, con una resistencia de terreno de  $125\Omega\cdot m$ , el hormigón presenta una resistencia de  $3000\Omega\cdot m$ .

A continuación, los cálculos de la puesta a tierra de servicio y de la puesta a tierra de protección

#### PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

-Geometría de hilera.

-4 picas de alma de acero galvanizado, con el exterior cubierto de cobre puro electrolítico, con 3 metros de separación entre ellas.

-Longitud de picas 2 metros, enterradas a 0,5 metros de profundidad.

-La resistencia del electrodo toma un valor de  $K_{\text{electrodo}} = 0,135\Omega/(\Omega m)$

La resistencia de puesta a tierra del neutro será entonces:

$$R_{\text{tneutro}} = K_{\text{electrodo}} \cdot R_{\text{terreno}} \quad (55)$$

Entonces,

$$R_{\text{tneutro}} = 0,135 \cdot 125 = 16,875\Omega$$

#### PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

-Geometría de anillo

-Dimensión de 8m x 5m

-10 picas de alma de acero galvanizado, con el exterior cubierto de cobre puro electrolítico de 2 metros cada una, enterradas a 0,5 metros

-Resistencia del electrodo  $K_{\text{electrodo}} = 0,081\Omega/(\Omega m)$

-Tensión de paso  $K_{\text{paso}} = 0,0180 V/(A \cdot \Omega \cdot m)$

-Tensión de contacto exterior  $K_{\text{contacto}} = 0,0371 V/(\Omega \cdot m \cdot A)$

La resistencia vendrá dada por:

$$R_{\text{tierra}} = K_r \cdot R_{\text{terreno}} \quad (56)$$

$$R_t = 0,081 \cdot 125 = 10,125 \Omega$$

La intensidad y tensión de defecto serán:

$$I_d = I_{d\text{max}} \quad (57)$$

$$I_d = 300 \text{ A}$$

$$U_E = I_d \cdot R_{\text{tierra}} \quad (58)$$

$$U_E = 300 \cdot 10,125 = 3037,5 \text{ V}$$

### 3.5.5.5 Cálculo de Tensiones en el Exterior del CT

Con el objetivo de evitar las tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro de transformación no podrán tener ningún tipo de contacto eléctrico con las puestas a tierra, dado que, si se da el caso de avería, podría quedar afectadas por la tensión. Si está debidamente aislado, no hará falta calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que serán prácticamente nulas.

Sin embargo, sigue existiendo una tensión de paso en el suelo exterior del CT que se debe tener en cuenta, viene determinado por:

$$U_{\text{paso}} = K_{\text{picas}} \cdot R_{\text{terreno}} \cdot I_d \quad (59)$$

$$U_{\text{paso}} = 0,0180 \cdot 125 \cdot 300 = 675 \text{ V}$$

### 3.5.5.6 Cálculo de Tensiones en el interior del Centro de Transformación

El centro de transformación prefabricado de hormigón estará construido de tal manera que su interior sea una superficie equipotencial. Todas las partes metálicas del hormigón armado están unidas entre ellas mediante soldadura eléctrica, de esta manera, no será necesario el cálculo de tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación ya que su valor es prácticamente nulo.

La superficie equipotencial que acabamos de comentar, conectada en el electrodo de puesta a tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente a la tensión de contacto exterior, que viene dada por la siguiente relación:

$$U_{\text{paso(acceso)}} = K_{\text{contacto}} \cdot I_d \cdot R_{\text{terreno}} \quad (60)$$

$$U_{\text{paso(acceso)}} = 0,0371 \cdot 300 \cdot 125 = 1391,25 \text{ V}$$

### 3.5.5.7 Cálculo de las Tensiones Aplicadas

Ahora obtendremos los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior en el acceso, que vienen dadas por la siguiente relación. Empezando por el coeficiente reductor de la resistencia superficial:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \frac{1 - \frac{R_{\text{terreno}}}{R_{\text{terreno-superficial}}}}{2 \cdot h_s + 0,106} \quad (61)$$

Donde,

hs= grosor de la capa superficial del terreno

$R_{\text{terreno}}$  = Resistencia del terreno  $\Omega \cdot m$

$R_{\text{terreno-superficial}}$  = Resistencia de la superficie del terreno, en  $\Omega \cdot m$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \frac{1 - \frac{125}{125}}{2 \cdot 0 + 0,106} = 1$$

Procedemos con la tensión de paso máxima admisible:

$$U_{\text{pasomax}} = \frac{10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot R_{\text{terreno}} \cdot C_s))}{1000} \quad (62)$$

Donde,

$U_{ca}$  = Tensión de contacto aplicada admisible en V

$R_{ac}$  = Resistencias adicionales en  $\Omega$

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

$R_{\text{terreno}}$  = Resistencia del terreno  $\Omega \cdot m$

$$U_{\text{paso.max}} = \frac{10 \cdot 107 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 6 \cdot 125 \cdot 1))}{1000} = 5083.57 \text{ V}$$

Y por último la tensión de paso de acceso:

$$U_{\text{paso-acceso.max}} = \frac{10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot R_{\text{terreno}} + 3 \cdot R_{\text{hormigón}}))}{1000} \quad (63)$$

Donde,

$U_{ca}$  = Tensión de contacto aplicada admisible en V

$R_{ac}$  = Resistencias adicionales en  $\Omega$

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

$R_{\text{hormigón}}$  = Resistividad presentada por el hormigón, en  $\Omega m$

$$U_{\text{paso-acceso}} = \frac{10 \cdot 107 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 3 \cdot 125 + 3 \cdot 3000))}{1000} = 14.312,32 \text{ V}$$

Generalizando:

Tensión de paso al exterior y al acceso		
	Resultado	Valor admisible máximo
Tensión de paso en el exterior	$U_{\text{paso}} = 675\text{V}$	$U_{\text{paso.max}} = 5083,57\text{V}$
Tensión de paso al acceso	$U_{\text{paso(acceso)}} = 1391,25\text{ V}$	$U_{\text{paso-acceso.max}} = 14.312,32\text{ V}$
Tensión e intensidad de defecto		
Aumento de potencial en el suelo	$U_E 3037,5\text{ V}$	$U_{BT} = 10.000\text{ V}$
Intensidad de defecto	$I_d = 300\text{ A}$	

**Tabla 13.** Tensión de paso al exterior y de acceso

### 3.5.5.8 Tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que la puesta a tierra de servicio no llegue a extremos peligrosos cuando se produzca un defecto, existirá una distancia mínima entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra:

$$D_n - p_{\min} \geq \frac{R_{\text{terreno}} \cdot I_d}{2000\pi} \quad (64)$$

Donde,

$D_n - p_{\min}$  = Separación mínima (m)

$R_{\text{terreno}}$  = Resistencia del terreno ( $\Omega \cdot \text{m}$ )

$I_d$  = Intensidad de defecto (A)

$$D_n - p_{\min} \geq \frac{125 \cdot 300}{2000\pi} = 5,96 \text{ metros}$$

### 3.5.5.9 Corrección y ajuste del diseño inicial

Se podría tener en consideración reducir el valor económico de los componentes, aunque no se considera necesario la corrección del sistema proyectado. Sin embargo, si en el momento

de la instalación las resistividades son más elevadas que lo estipulado, podría dar lugar a tensiones de paso o de contacto excesivas, de tal manera que sería necesaria la instalación de una alfombra aislante en el suelo del CT, o algún tipo de solución alternativa para evitar dichas tensiones.

Es necesario comentar que, los cálculos han sido calculados para un viento de 120 km/h, dado que comprobando el pronóstico general en la zona de Reus el viento no tiende a superar ni de lejos esta cifra, sin embargo, la NTP de ENDESA nos indica a realizar los cálculos para 180km/h, lo que nos derivaría en mayores fuerzas de mecánicas de soporte para la línea, aunque los cambios no son lo suficientemente grandes como para replantear la línea en el software de cálculo.



## **Planos**

Autor: David de las Heras Izquierdo

Director: Lluís Massagués Vidal

Fecha: Octubre 2020

## **4 Planos**

### **4.1 Situación**

### **4.2 Emplazamiento**

### **4.3 Tramos Aéreos**

### **4.4 Perfiles Aéreos**

### **4.5 Zanjas**

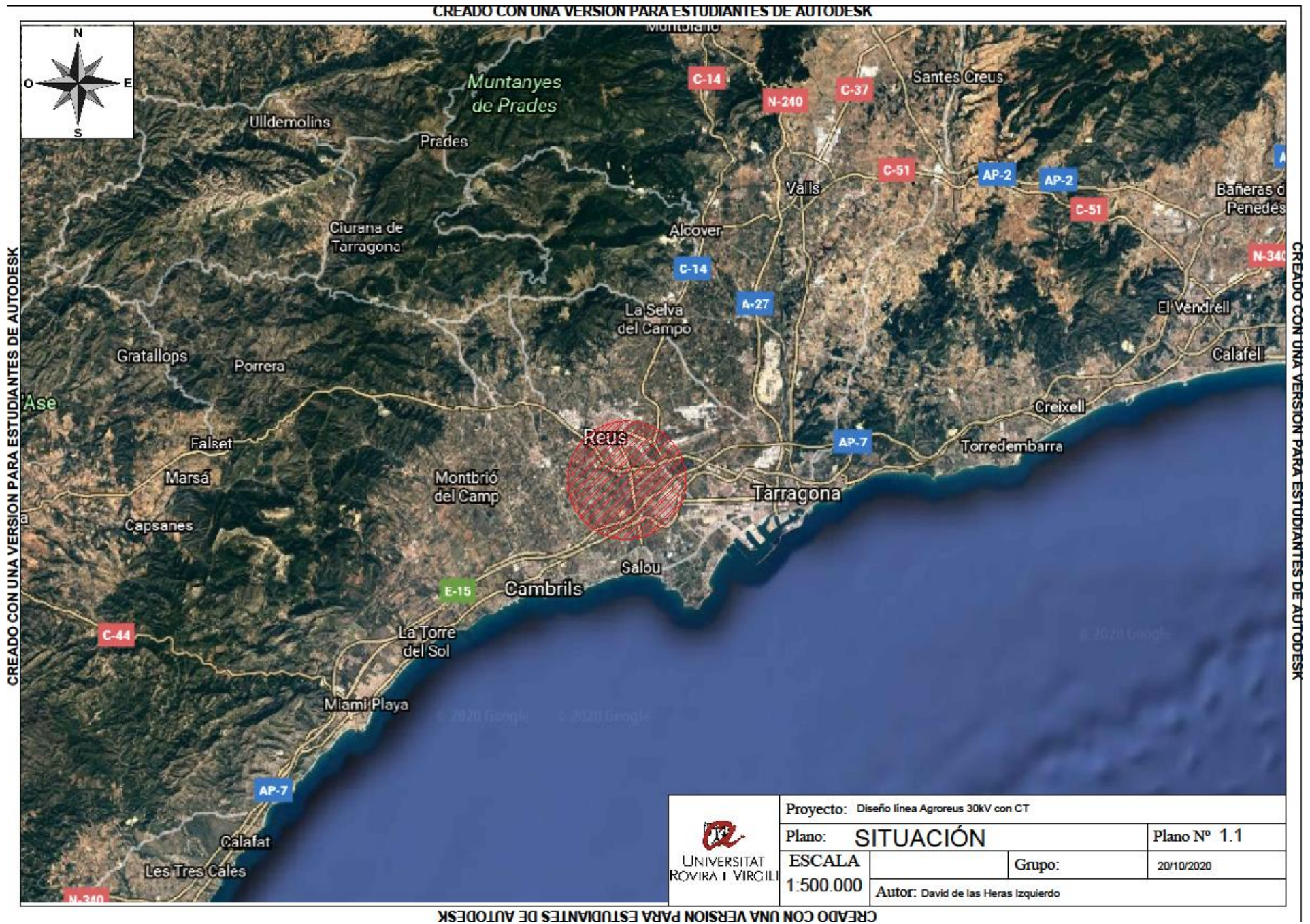
### **4.6 Puesta a Tierra de los Apoyos**

### **4.7 Conversión aéreo-subterránea**

### **4.8 Detalles Cruzamientos**

### **4.9 Centro de Transformación**

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



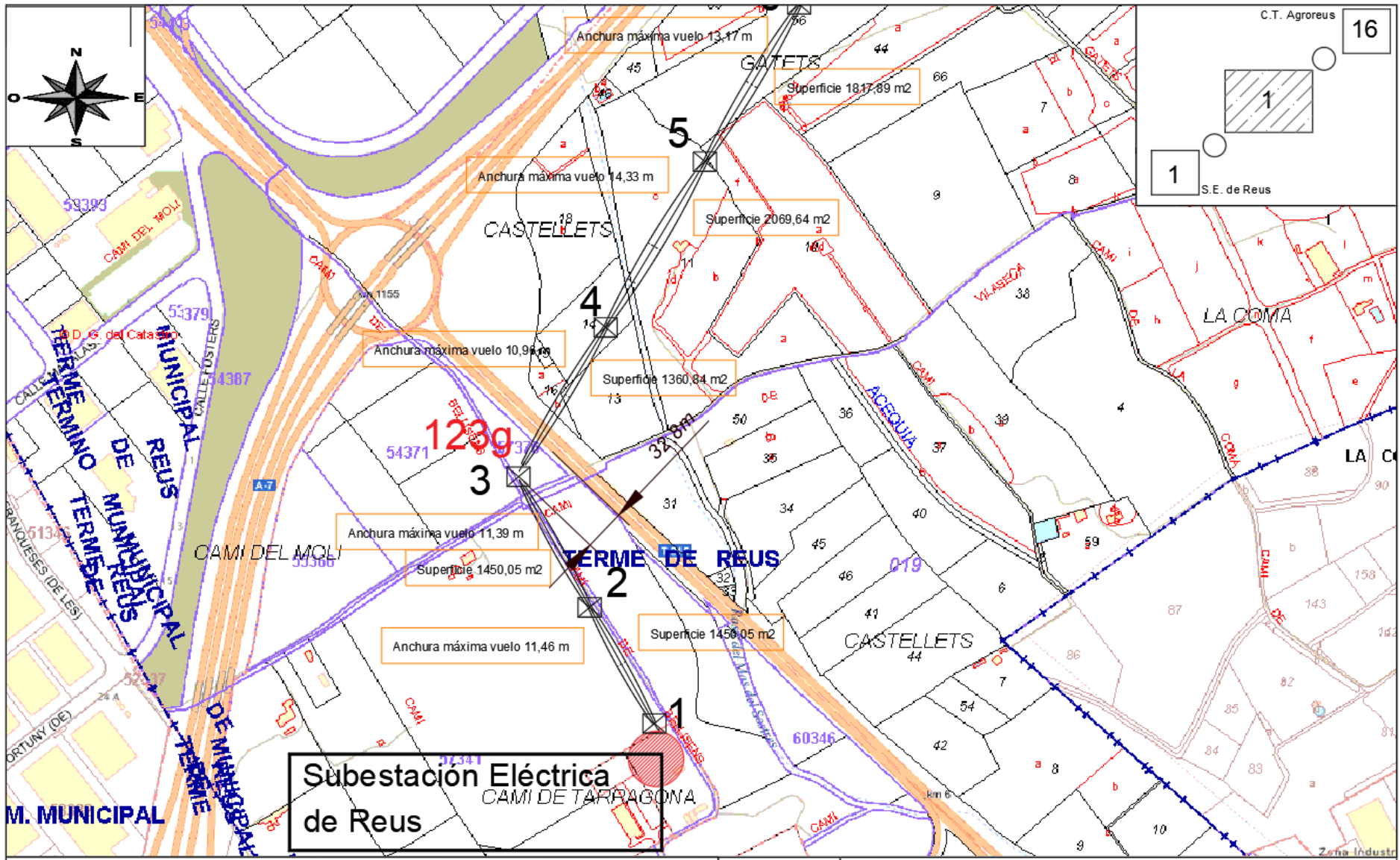
Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
 Planos




Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos

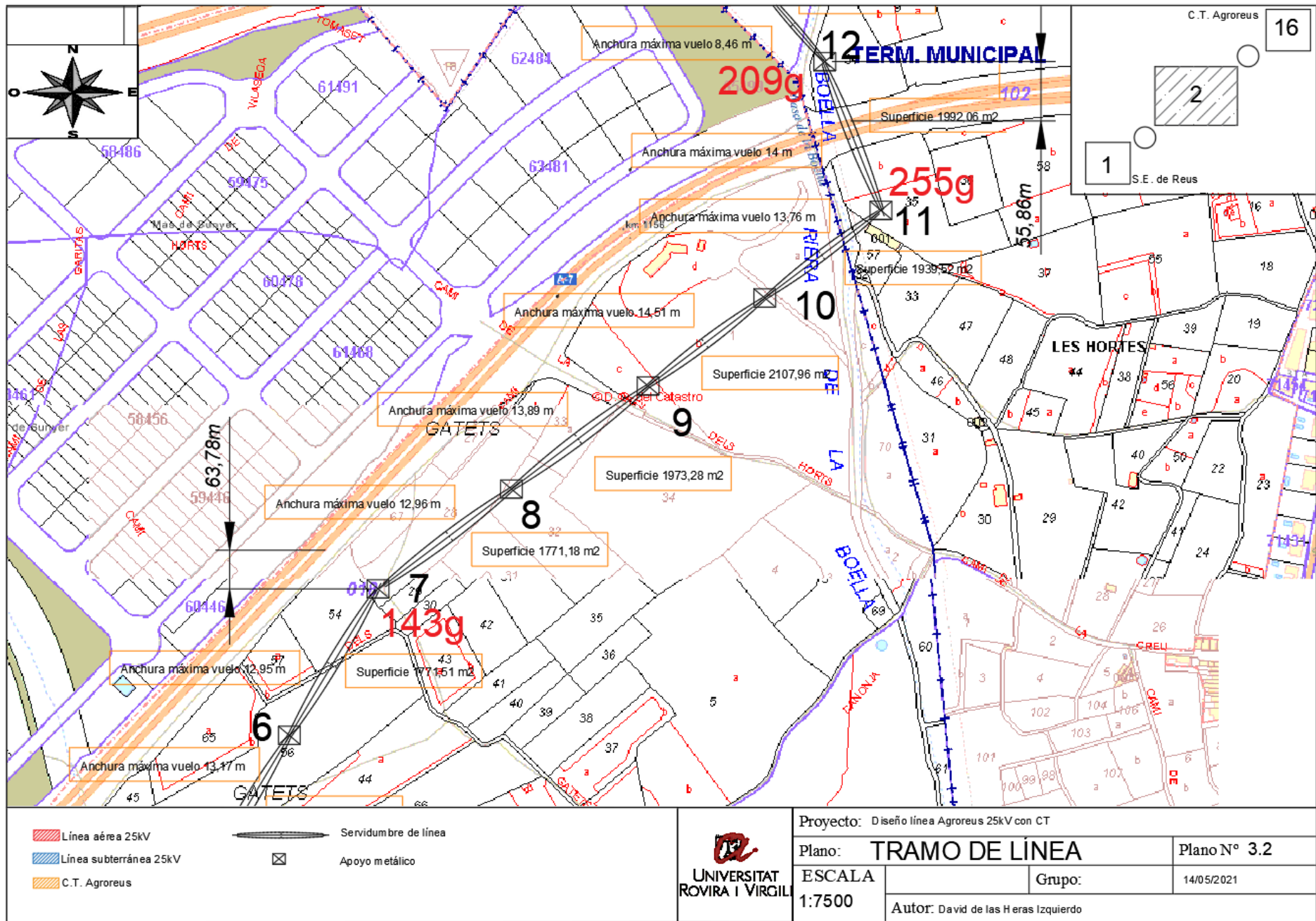


Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos

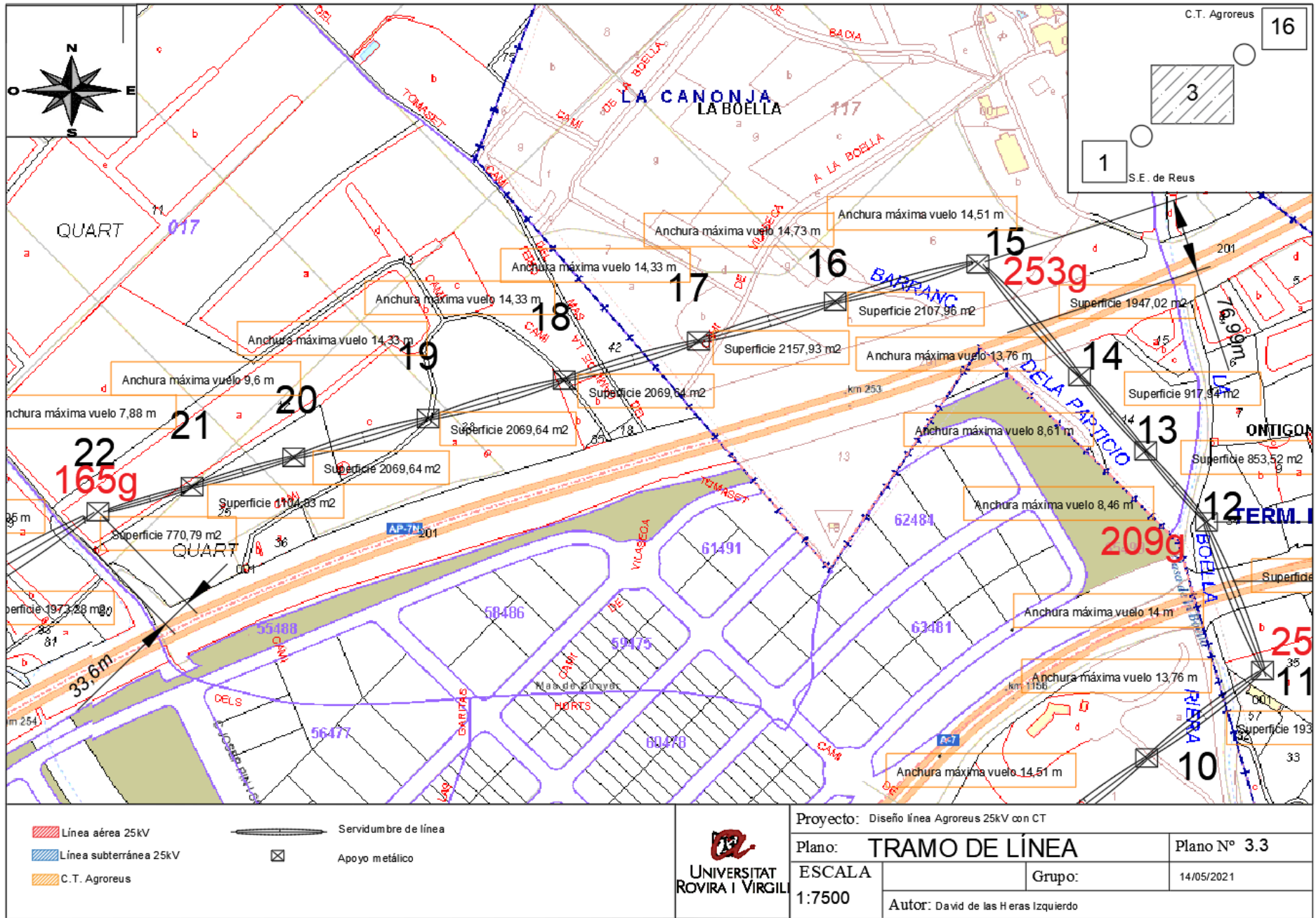


 UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	Proyecto: Diseño línea Agroreus 25kV con CT	
	Plano: <b>TRAMO DE LÍNEA</b>	Plano Nº 3.1
	ESCALA 1:7500	Grupo: Autor: David de las Heras Izquierdo
		14/05/2021

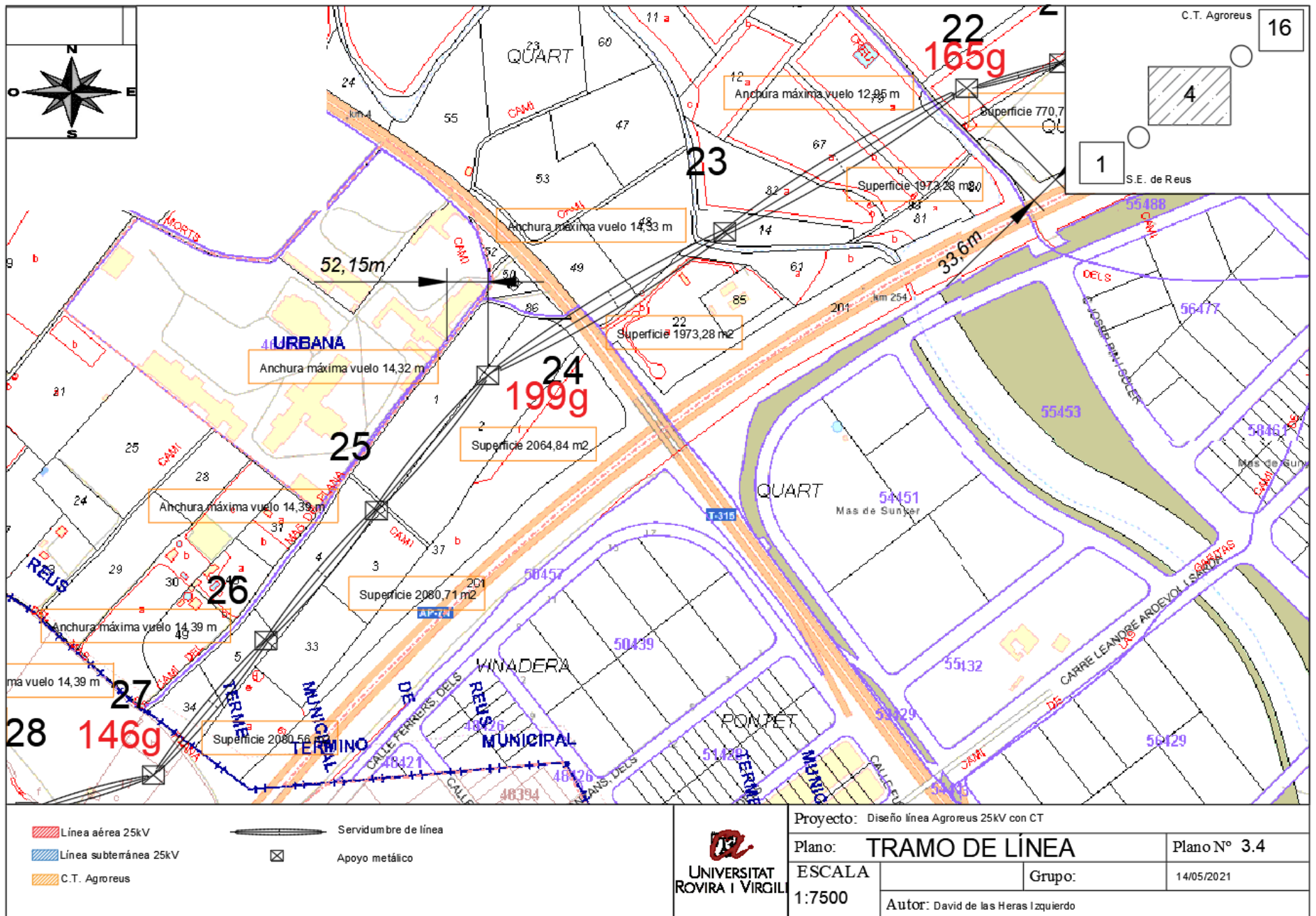
Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



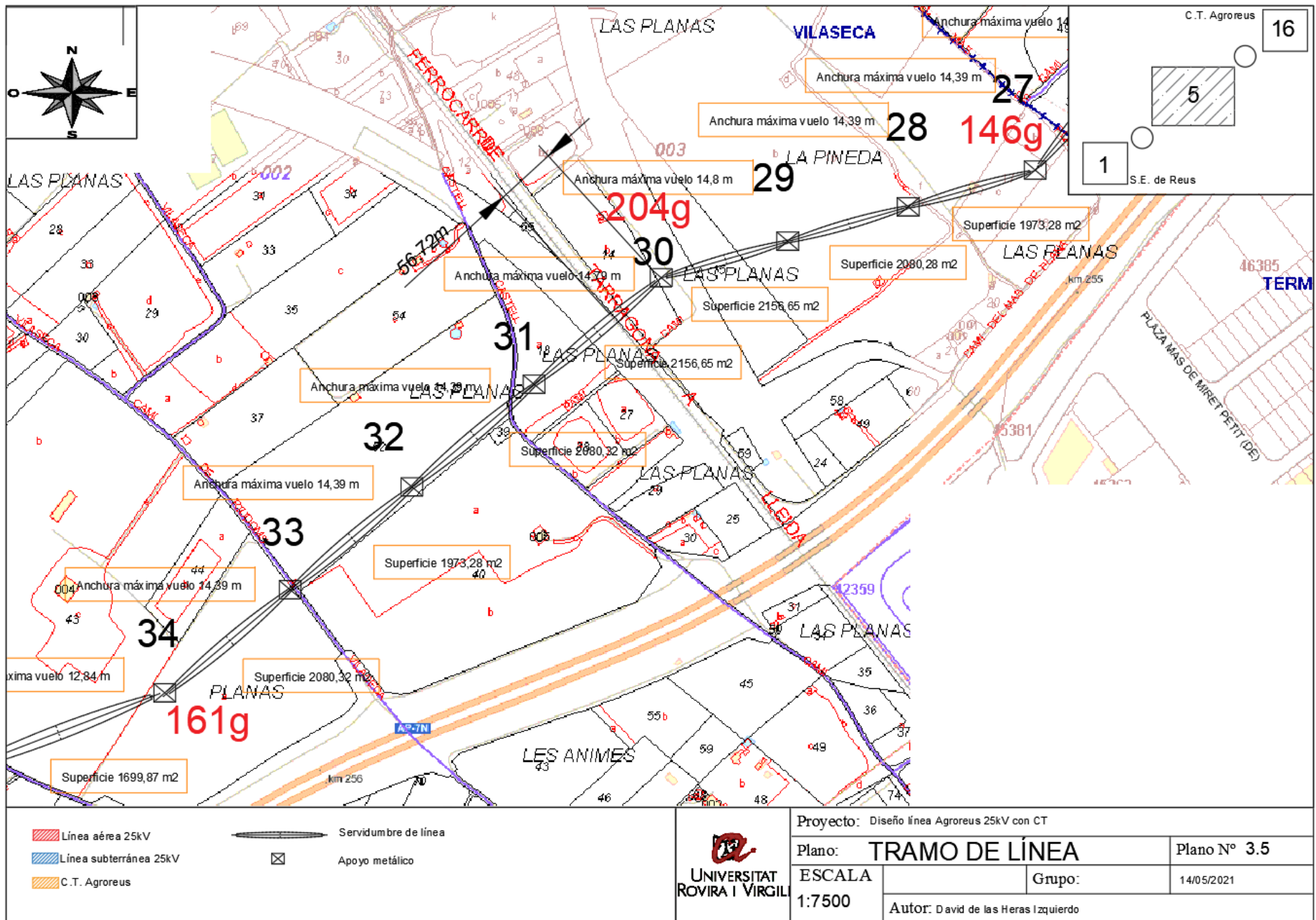
Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



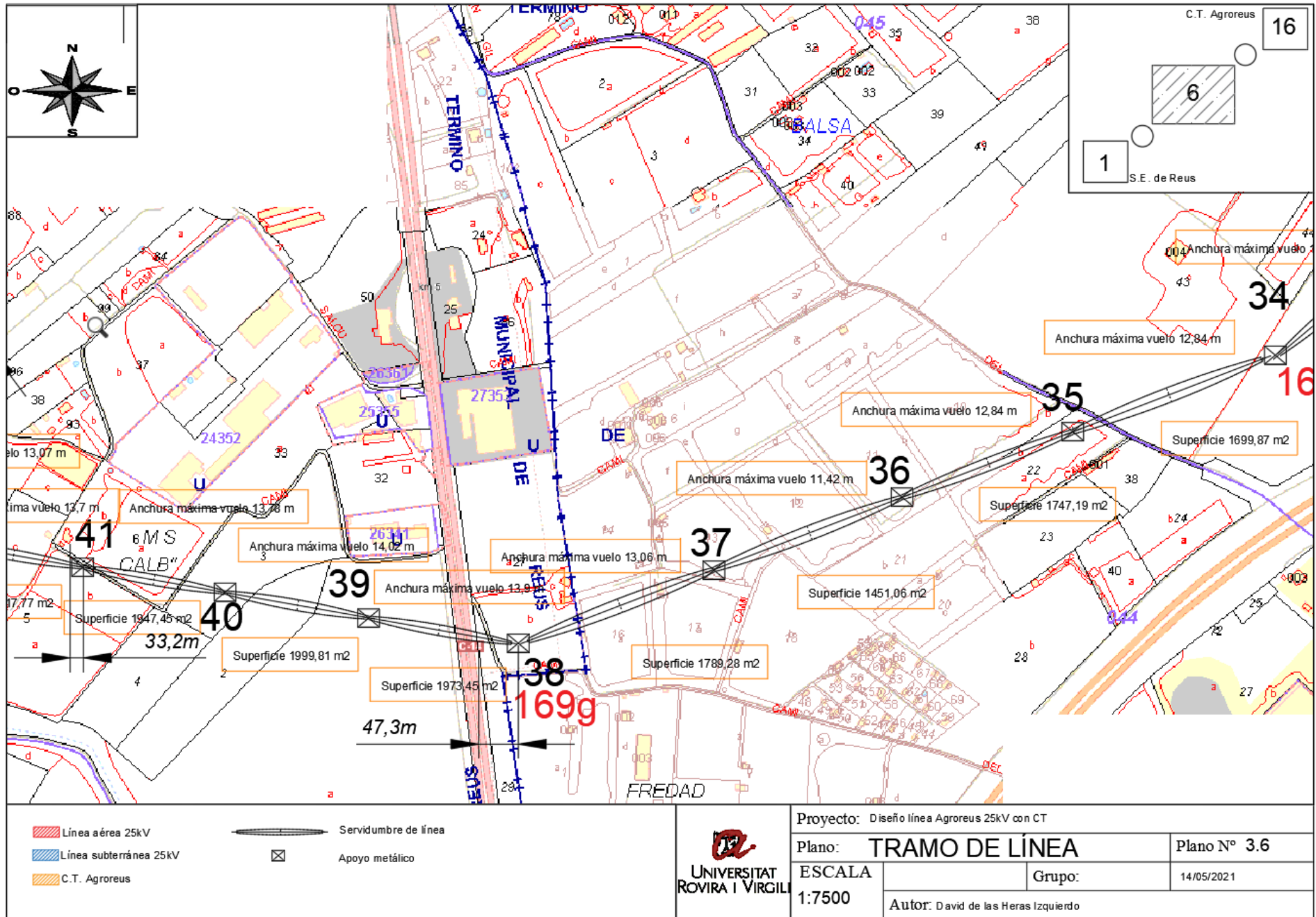
Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



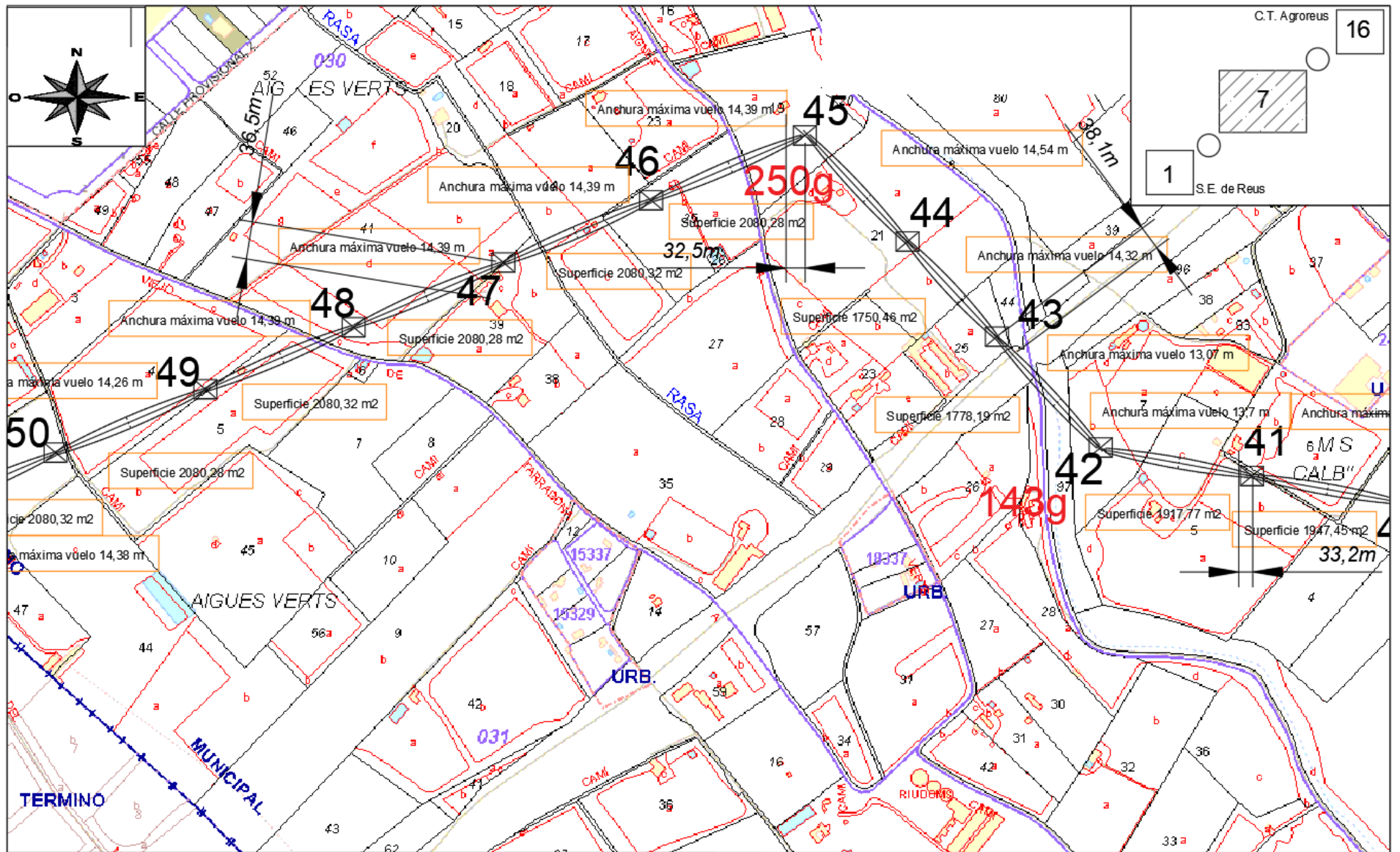
Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



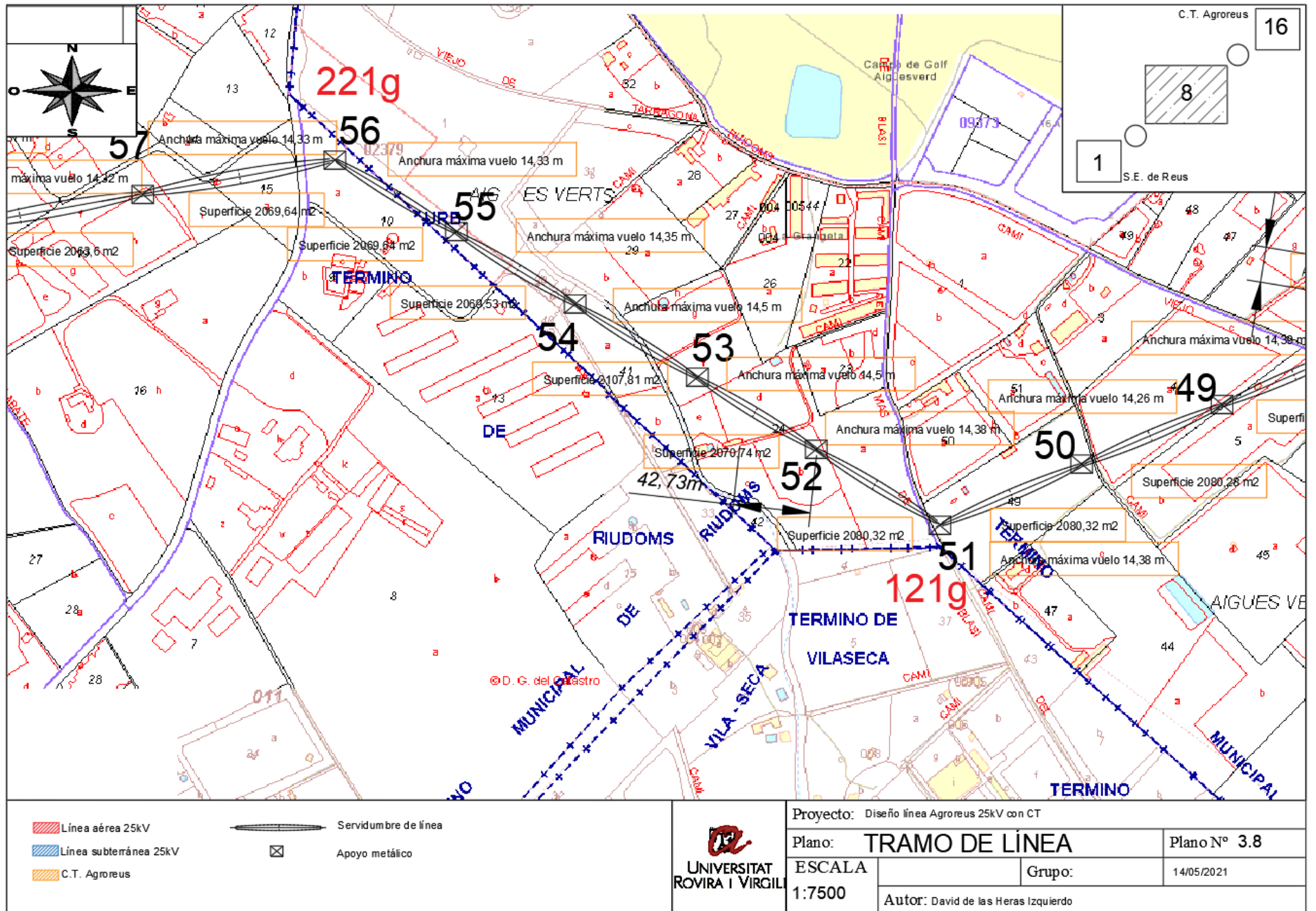
Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



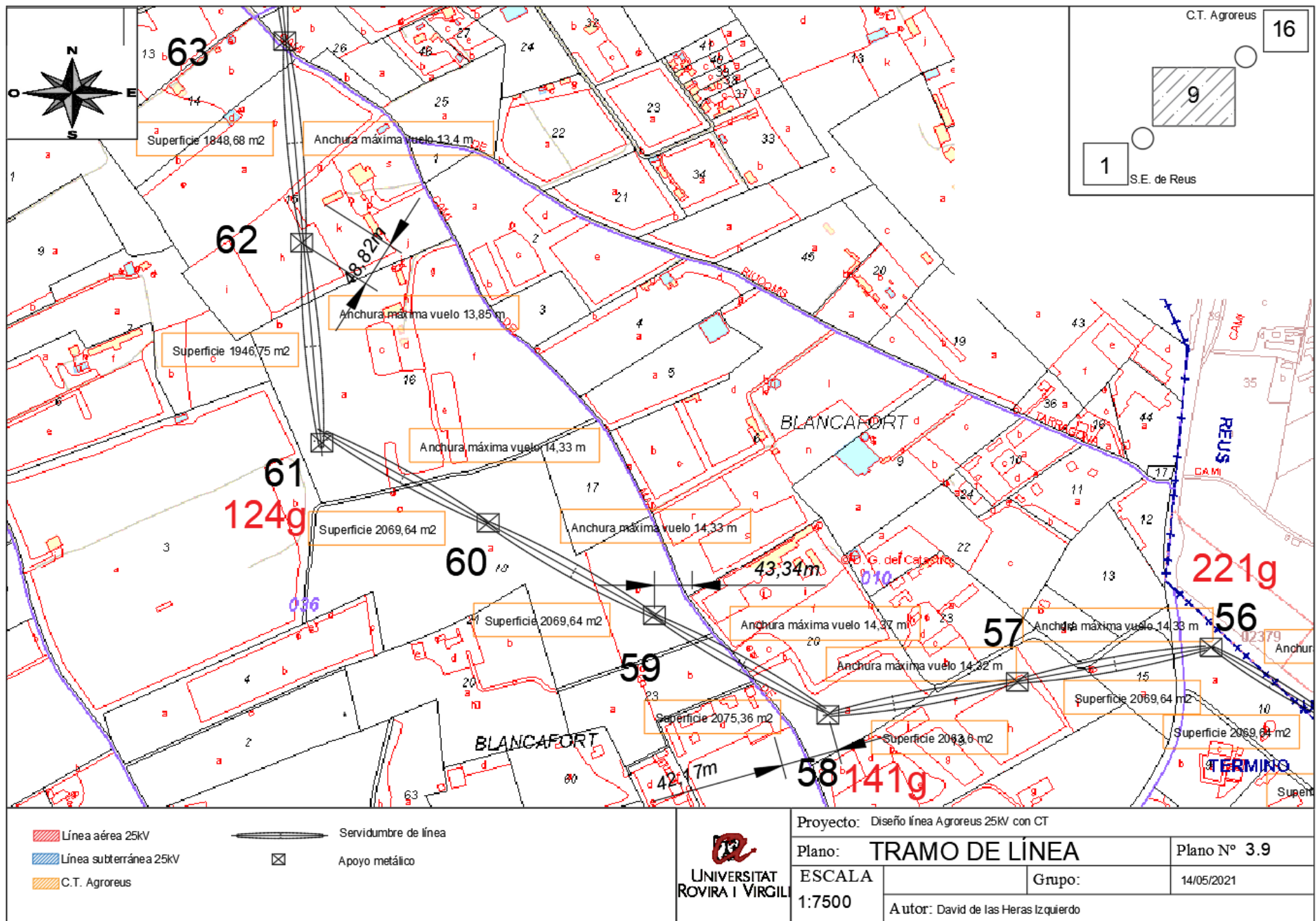
<p> <span style="color:red">▬</span> Línea aérea 25kV  <span style="color:blue">▬</span> Línea subterránea 25kV  <span style="color:orange">▬</span> C.T. Agroreus                 </p>	<p>  Servidumbre de línea   Apoyo metálico                 </p>	Proyecto: Diseño línea Agroreus 25kV con CT	
		Plano: <b>TRAMO DE LÍNEA</b>	Plano N° 3.7
ESCALA 1:7500		Grupo:	14/05/2021
Autor: David de las Heras Izquierdo			



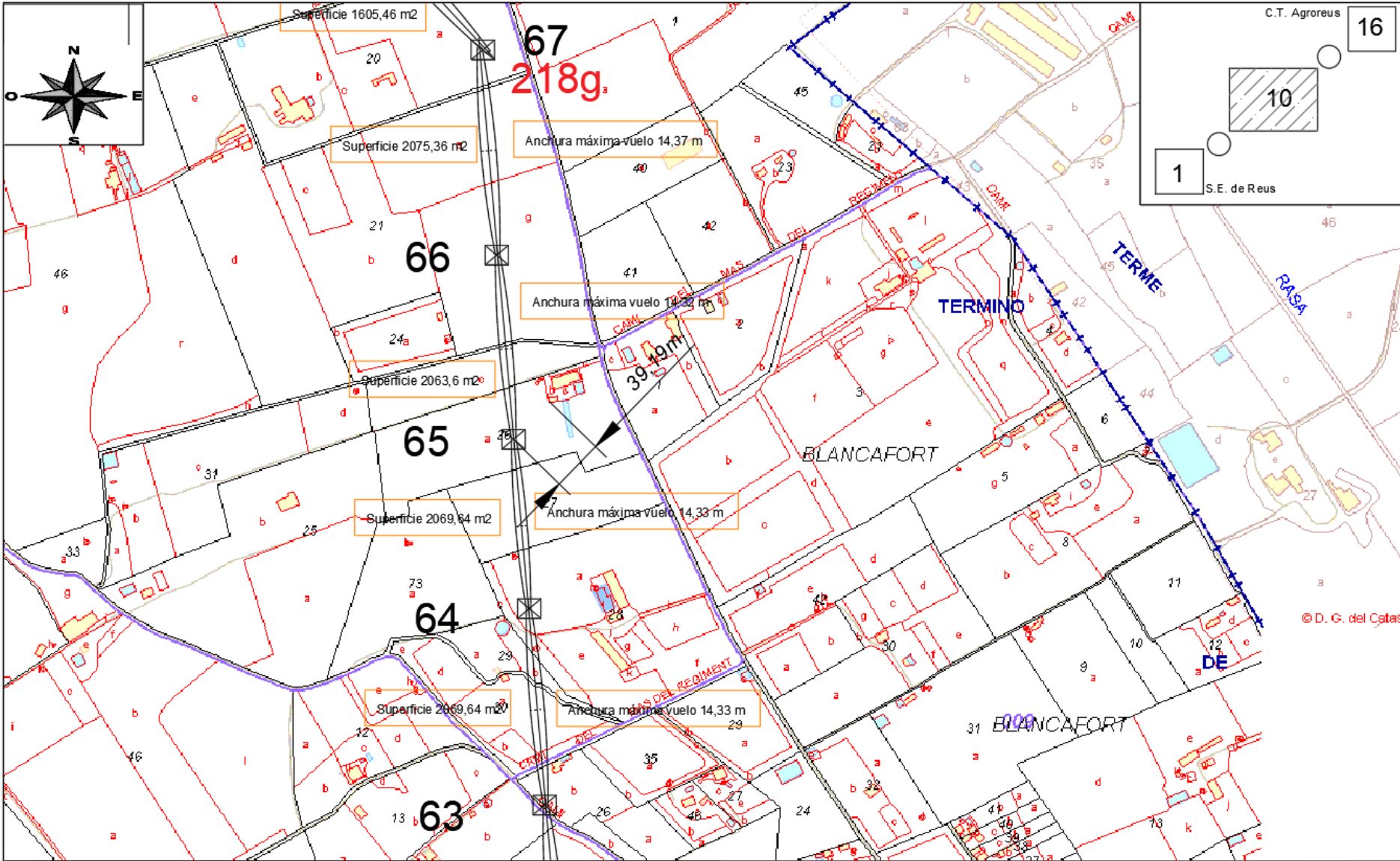
Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos

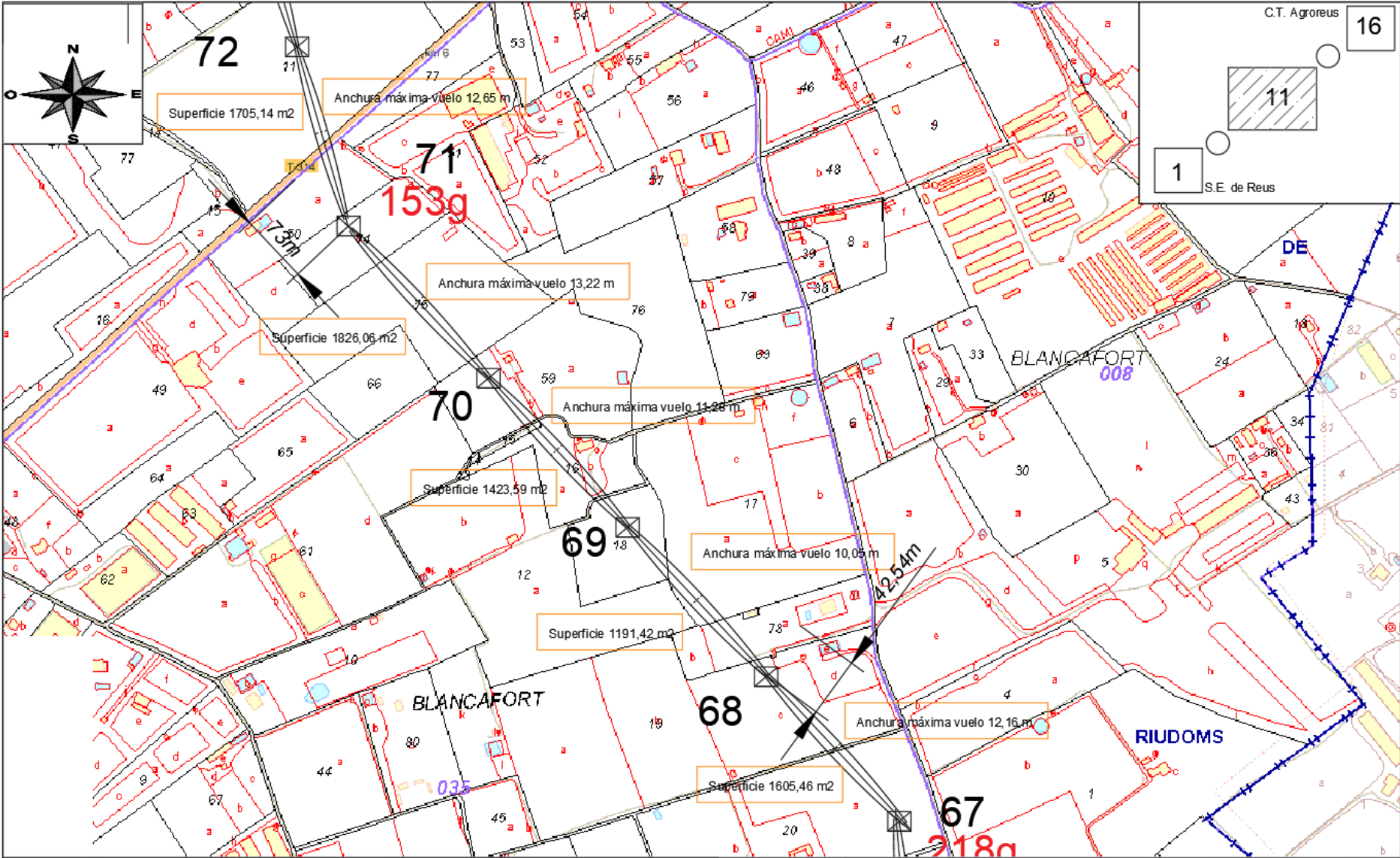


- Línea aérea 25kV
- Línea subterránea 25kV
- C.T. Agroreus
- Servidumbre de línea
- Apoyo metálico



Projecto: Diseño línea Agroreus 25kV con CT		Plano Nº 3.10
Plano: <b>TRAMO DE LÍNEA</b>		Grupo:
ESCALA 1:7500	Autor: David de las Heras Izquierdo	14/05/2021

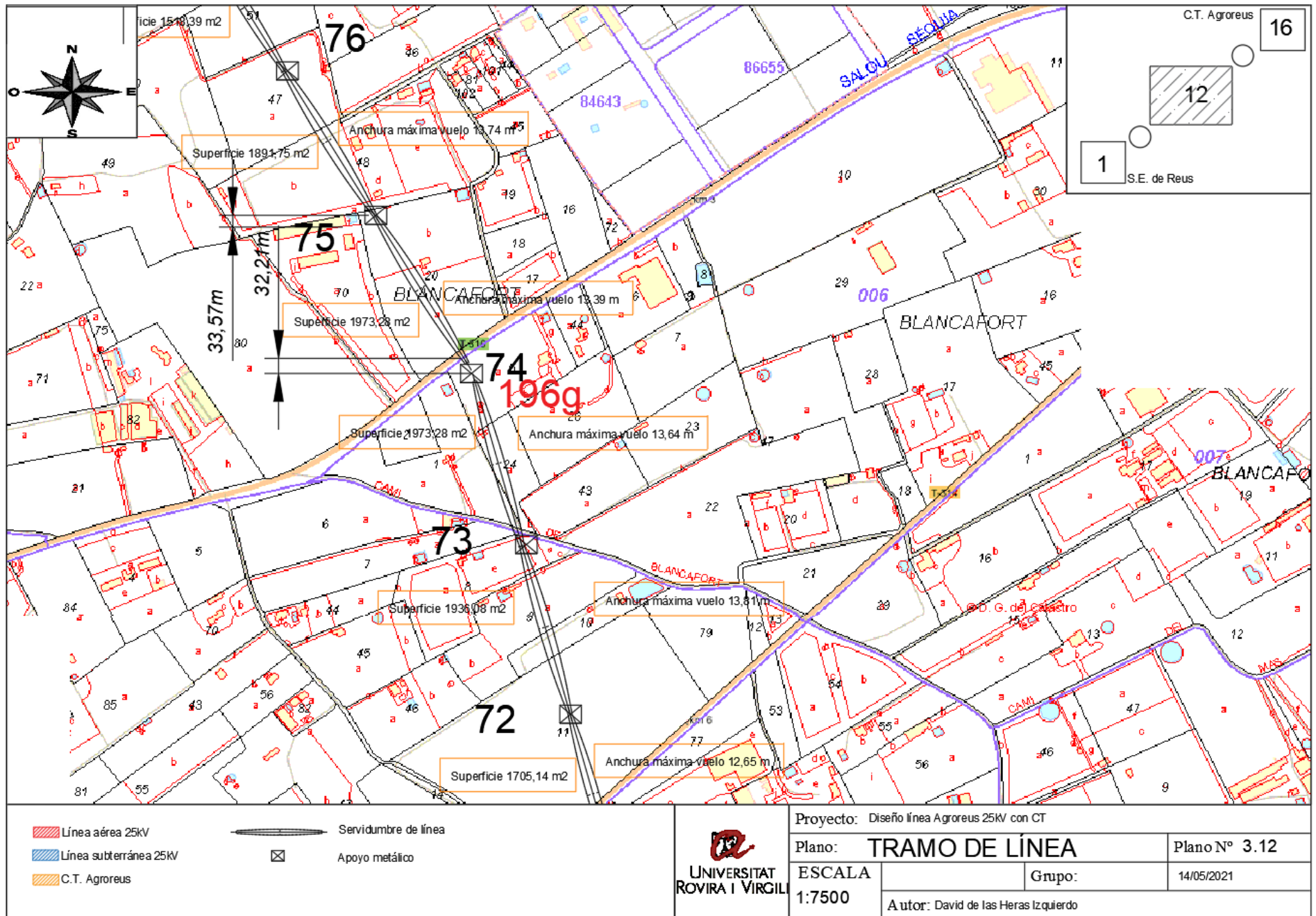
Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
 Planos



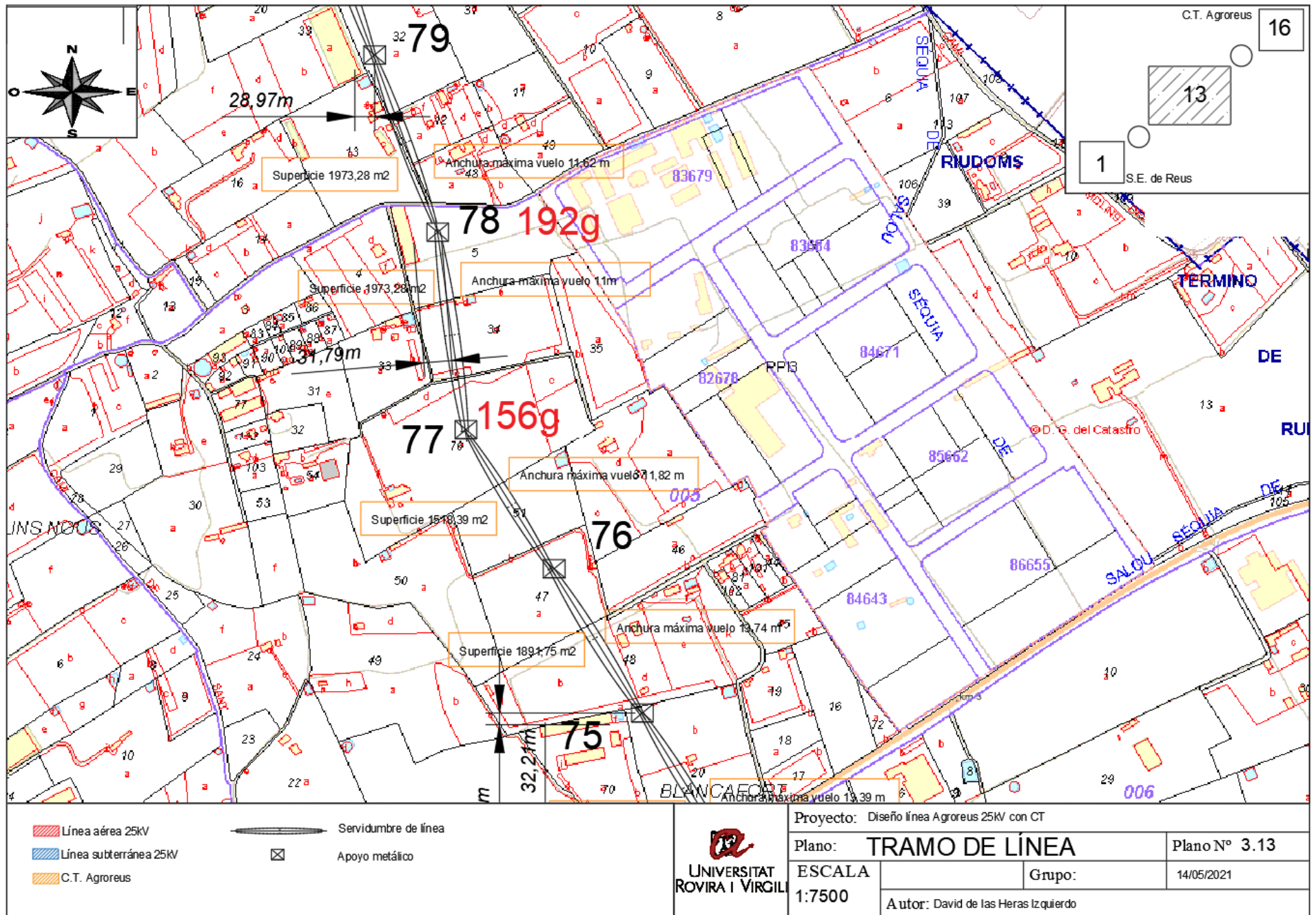
<p>  Línea aérea 25kV   Línea subterránea 25kV   C.T. Agroreus                 </p>	<p>  Servidumbre de línea   Apoyo metálico                 </p>	Proyecto: Diseño línea Agroreus 25kV con CT	
		Plano: <b>TRAMO DE LÍNEA</b>	Plano N° 3.11
ESCALA 1:7500		Grupo:	14/05/2021
		Autor: David de las Heras Izquierdo	



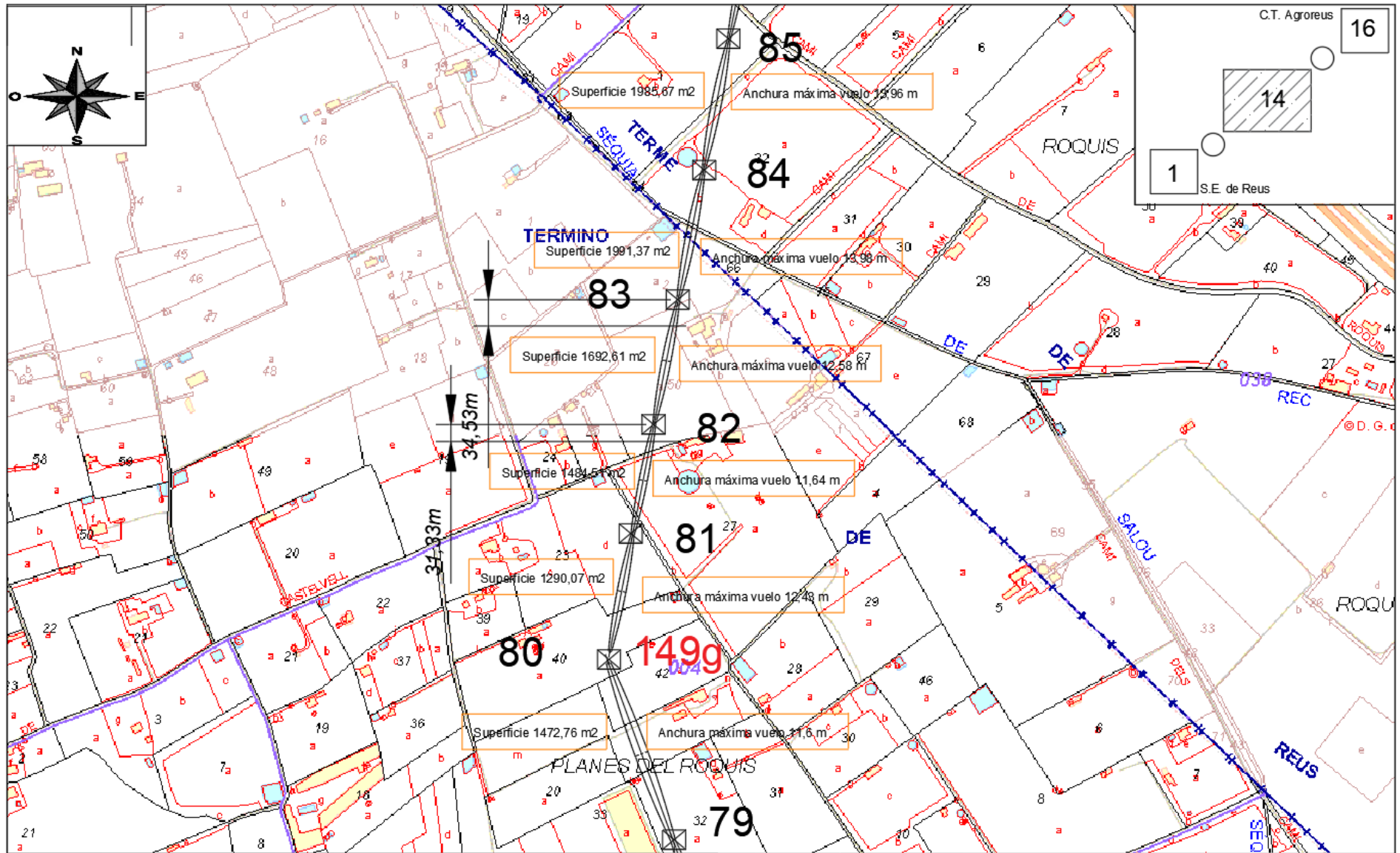
Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agoreus desde S.E. de Reus  
Planos



Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



- ▬ Línea aérea 25kV
- ▬ Línea subterránea 25kV
- C.T. Agroreus

- Servidumbre de línea
- Apoyo metálico



Proyecto: Diseño línea Agroreus 25kV con CT

Plano: **TRAMO DE LÍNEA**

Plano N° 3.14

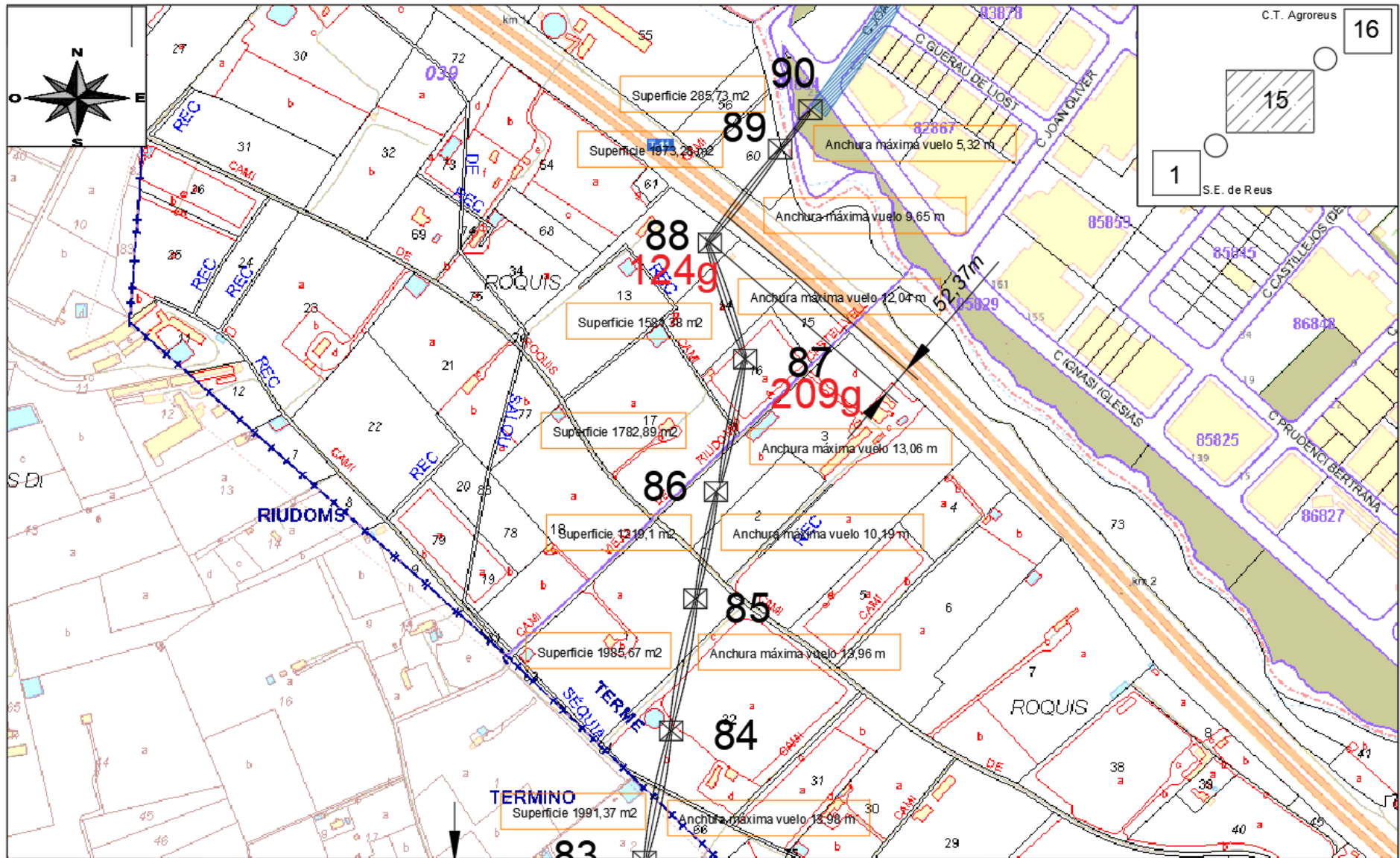
ESCALA  
1:7500

Grupo:

14/05/2021

Autor: David de las Heras Izquierdo

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



- Línea aérea 25kV
- Línea subterránea 25kV
- C.T. Agroreus
- Servidumbre de línea
- Apoyo metálico

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Proyecto: Diseño línea Agroreus 25kV con CT

Plano: **TRAMO DE LÍNEA**

Plano Nº 3.15

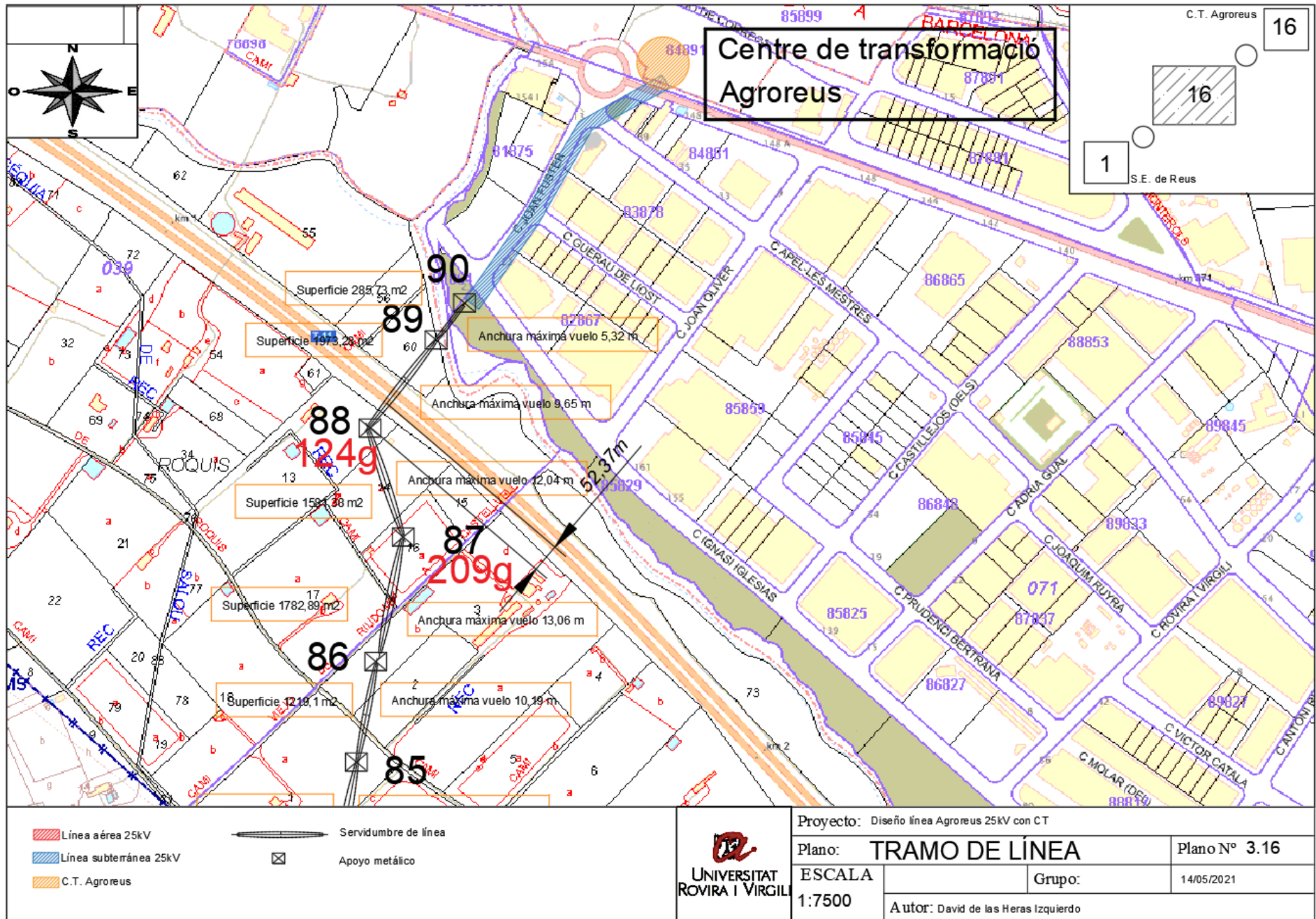
ESCALA  
1:7500

Grupo:

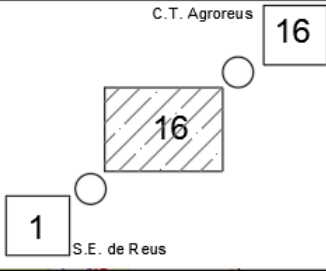
14/05/2021

Autor: David de las Heras Izquierdo

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



**Centre de transformació  
Agroreus**

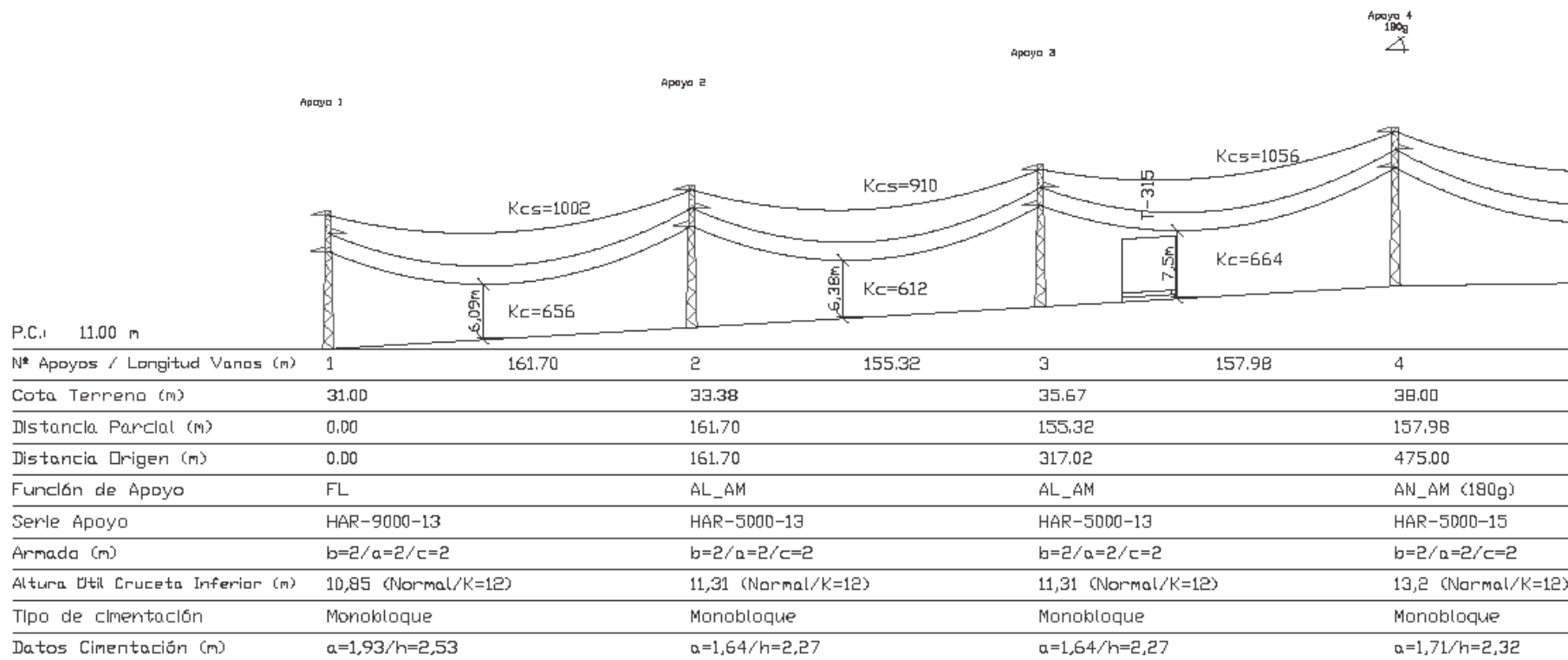


- Línea aérea 25kV
- Línea subterránea 25kV
- C.T. Agroreus
- Servidumbre de línea
- Apoyo metálico



Projecto: Diseño línea Agroreus 25kV con CT		Plano N° 3.16	
Plano: <b>TRAMO DE LÍNEA</b>		Grupo:	
ESCALA: 1:7500		14/05/2021	
Autor: David de las Heras Izquierdo			

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



PERFIL DE LÍNEA



Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus

Plano: PERFIL DE LÍNEA

Plano Nº 4.1

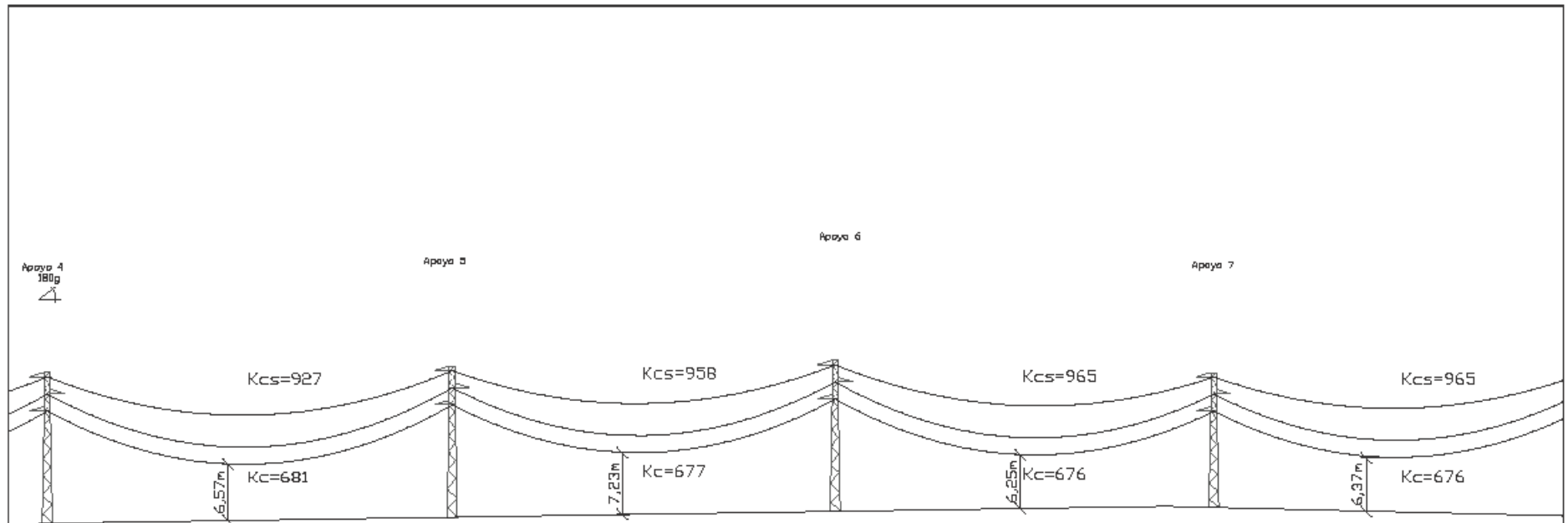
ESCALA  
H 2000  
V 500

Grupo:

20/5/2021


Autor: David de las Heras Izquierdo

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos

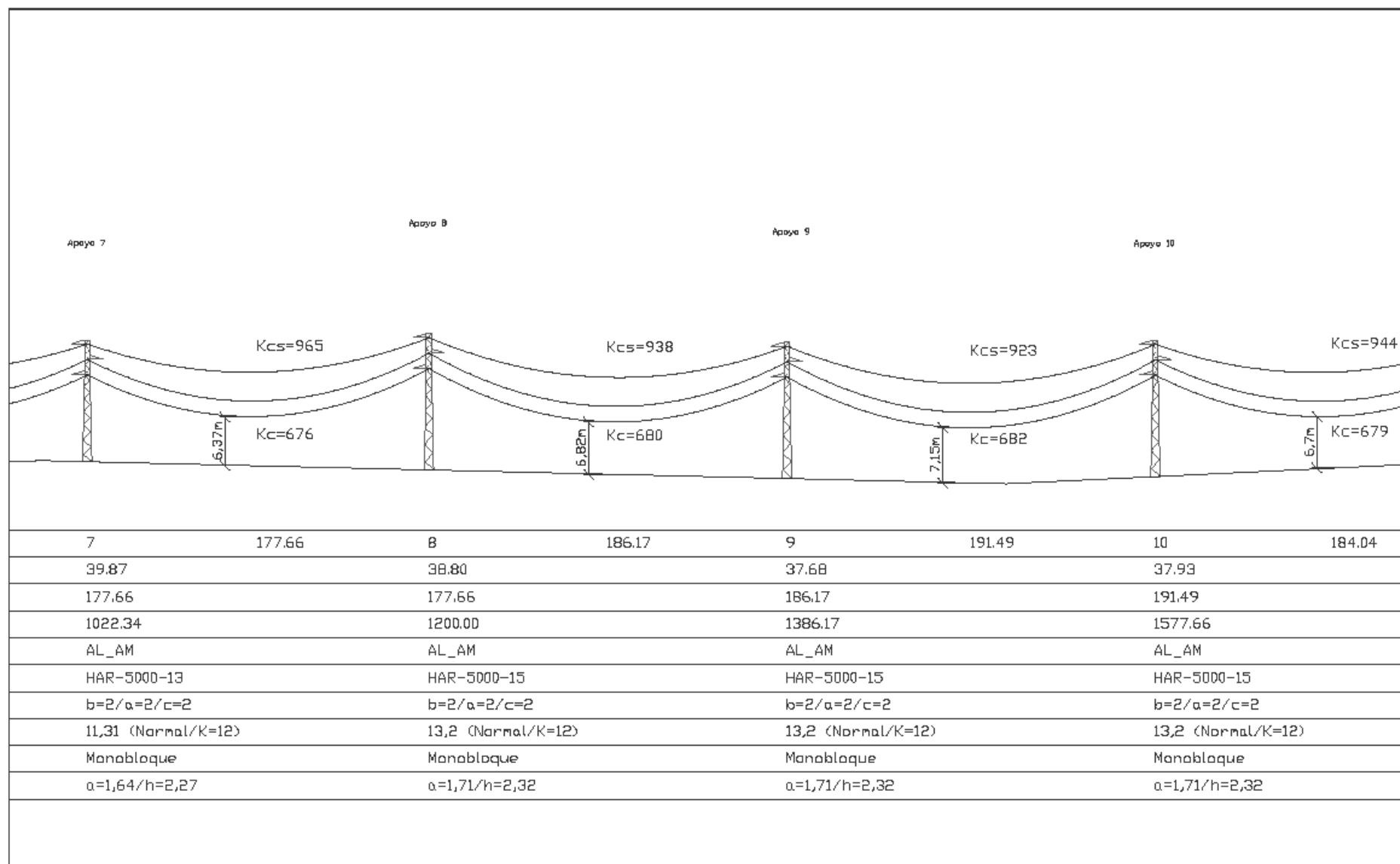


4	190.00	5	179.68	6	177.66	7	177.66
38.00		38.72		39.41		39.87	
157.98		190.00		179.68		177.66	
475.00		665.00		844.68		1022.34	
AN_AM (180g)		AL_AM		AL_AM		AL_AM	
HAR-5000-15		HAR-5000-15		HAR-5000-15		HAR-5000-13	
b=2/a=2/c=2		b=2/a=2/c=2		b=2/a=2/c=2		b=2/a=2/c=2	
13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		11,31 (Normal/K=12)	
Manobloque		Manobloque		Manobloque		Manobloque	
a=1,71/h=2,32		a=1,71/h=2,32		a=1,71/h=2,32		a=1,64/h=2,27	

PERFIL DE LÍNEA

 UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus	
	Plano: PERFIL DE LÍNEA	Plano Nº 4.2
	ESCALA H 2000 V 500	Grupo: 20/5/2021
Autor: David de las Heras Izquierdo		

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agoreus desde S.E. de Reus  
Planos

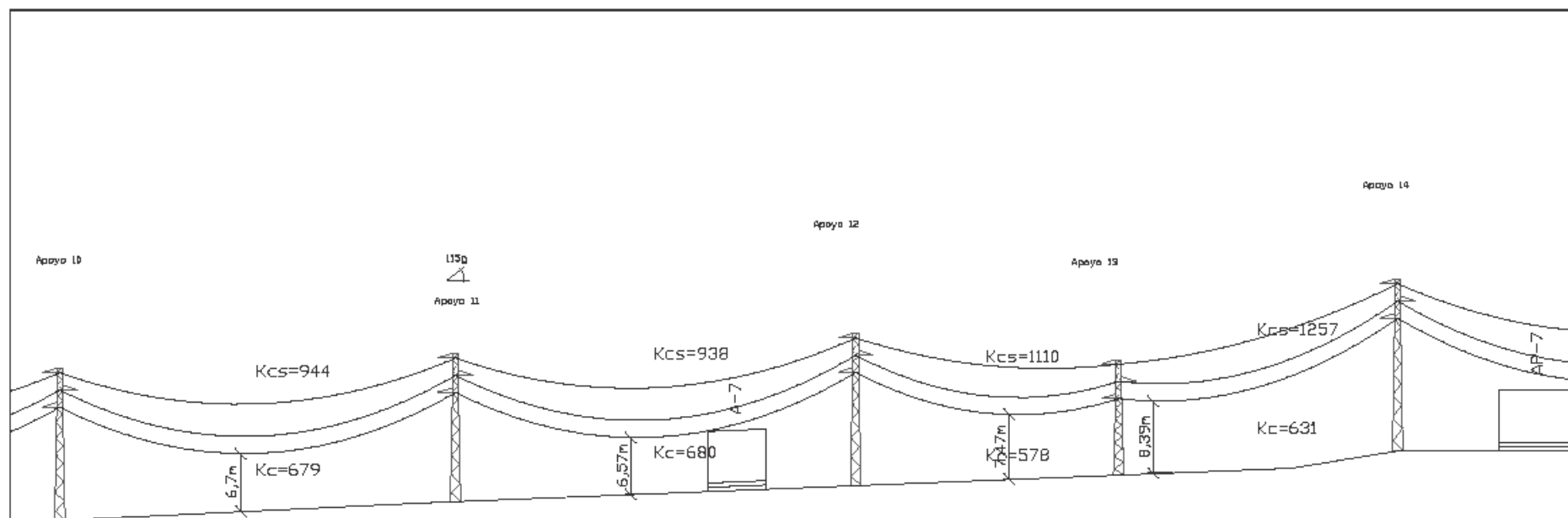


PERFIL DE LÍNEA



Projecto: Proyecto línea 25 kV Agoreus		Plano Nº 4.3	
Plano: PERFIL DE LÍNEA	Grupo:	20/5/2021	
ESCALA H 2000 V 500	Autor: David de las Heras Izquierdo		

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agoreus desde S.E. de Reus  
Planos



10	184.04	11	186.17	12	122.34	13	129.79	14
37.93		40.12		41.98		43.20		46.00
191.49		184.04		186.17		122.34		129.79
1577.66		1761.70		1947.87		2070.21		2200.00
AL_AM		AN_AM (115g)		AL_AM		AL_AM		AL_AM
HAR-5000-15		HAR-9000-15		HAR-5000-15		HAR-5000-11		HAR-5000-18
$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2,1/c=2,1$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$
13,2 (Normal/K=12)		12,72 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		8,92 (Normal/K=12)		15,49 (Normal/K=12)
Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque
$a=1,71/h=2,32$		$a=2,06/h=2,57$		$a=1,71/h=2,32$		$a=1,54/h=2,2$		$a=1,78/h=2,38$

PERFIL DE LÍNEA



Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agoreus

Plano: PERFIL DE LÍNEA

Plano Nº 4.4

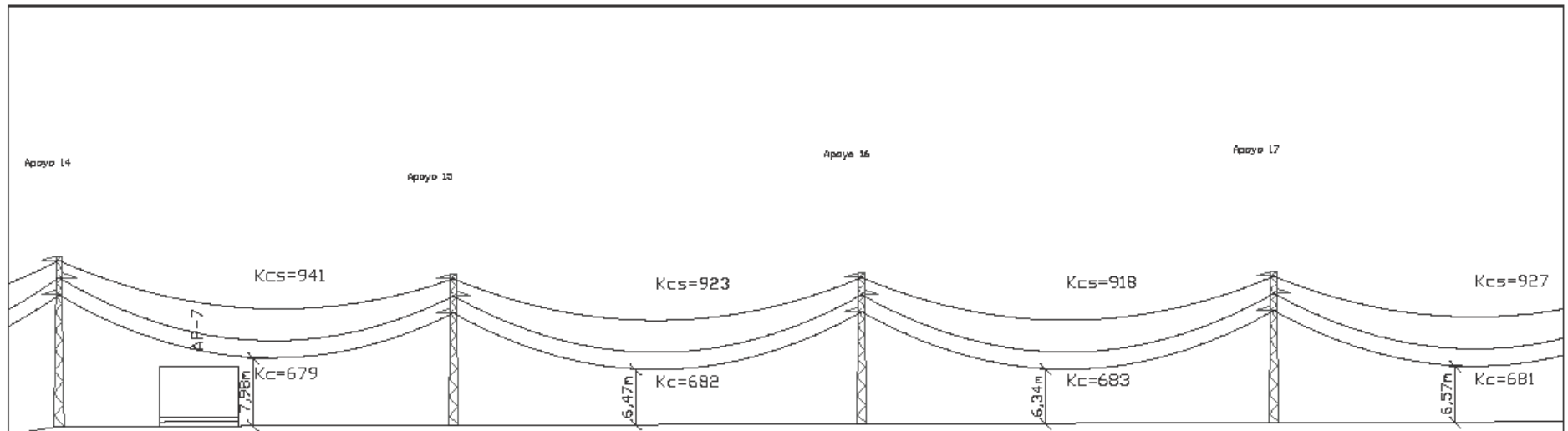
ESCALA  
H 2000  
V 500

Grupo:

20/5/2021

Autor: David de las Heras Izquierdo

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



14	185.11	15	191.49	16	193.40	17	190.00
46.00		46.15		46.30		46.46	
129.79		185.11		191.49		193.40	
2200.00		2385.11		2576.60		2770.00	
AL_AM		AL_AM		AL_AM		AL_AM	
HAR-5000-1B		HAR-5000-15		HAR-5000-15		HAR-5000-15	
$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$	
15,49 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)	
Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque	
$a=1,78/h=2,38$		$a=1,71/h=2,32$		$a=1,71/h=2,32$		$a=1,71/h=2,32$	

PERFIL DE LÍNEA



Projecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus

Plano: PERFIL DE LÍNEA

Plano Nº 4.5

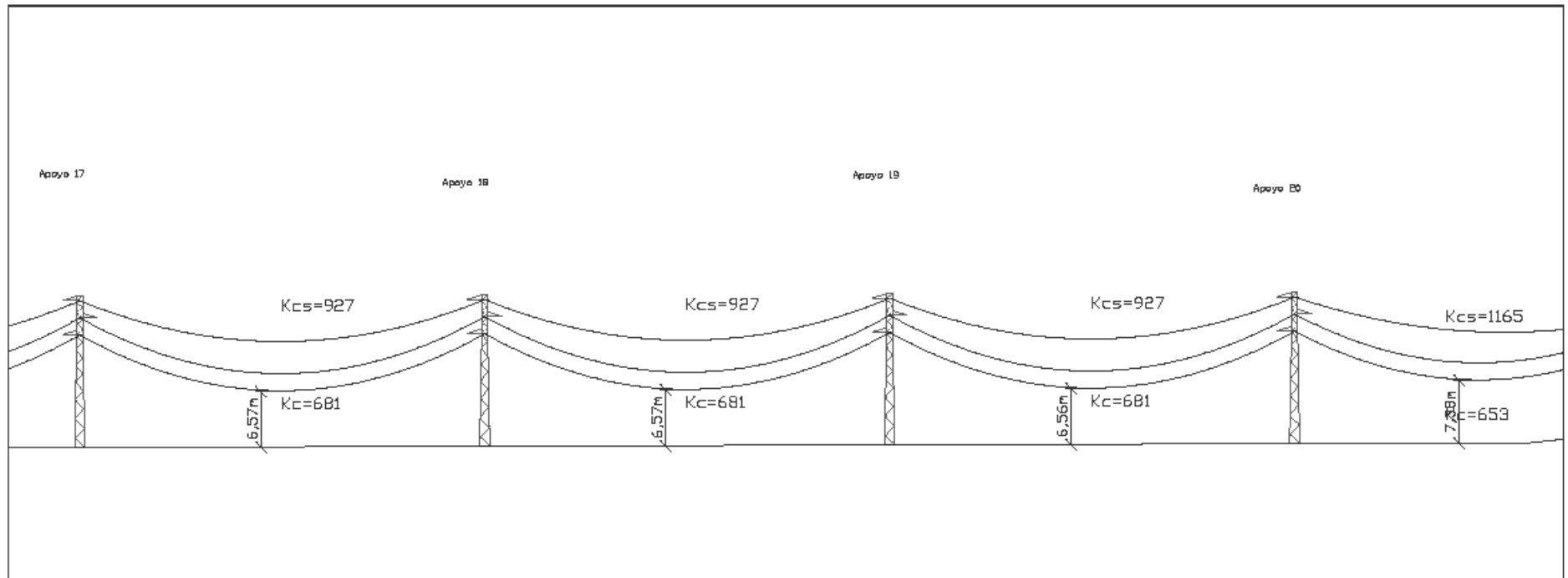
ESCALA  
H 2000  
V 500

Grupo:

20/5/2021


Autor: David de las Heras Izquierdo

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



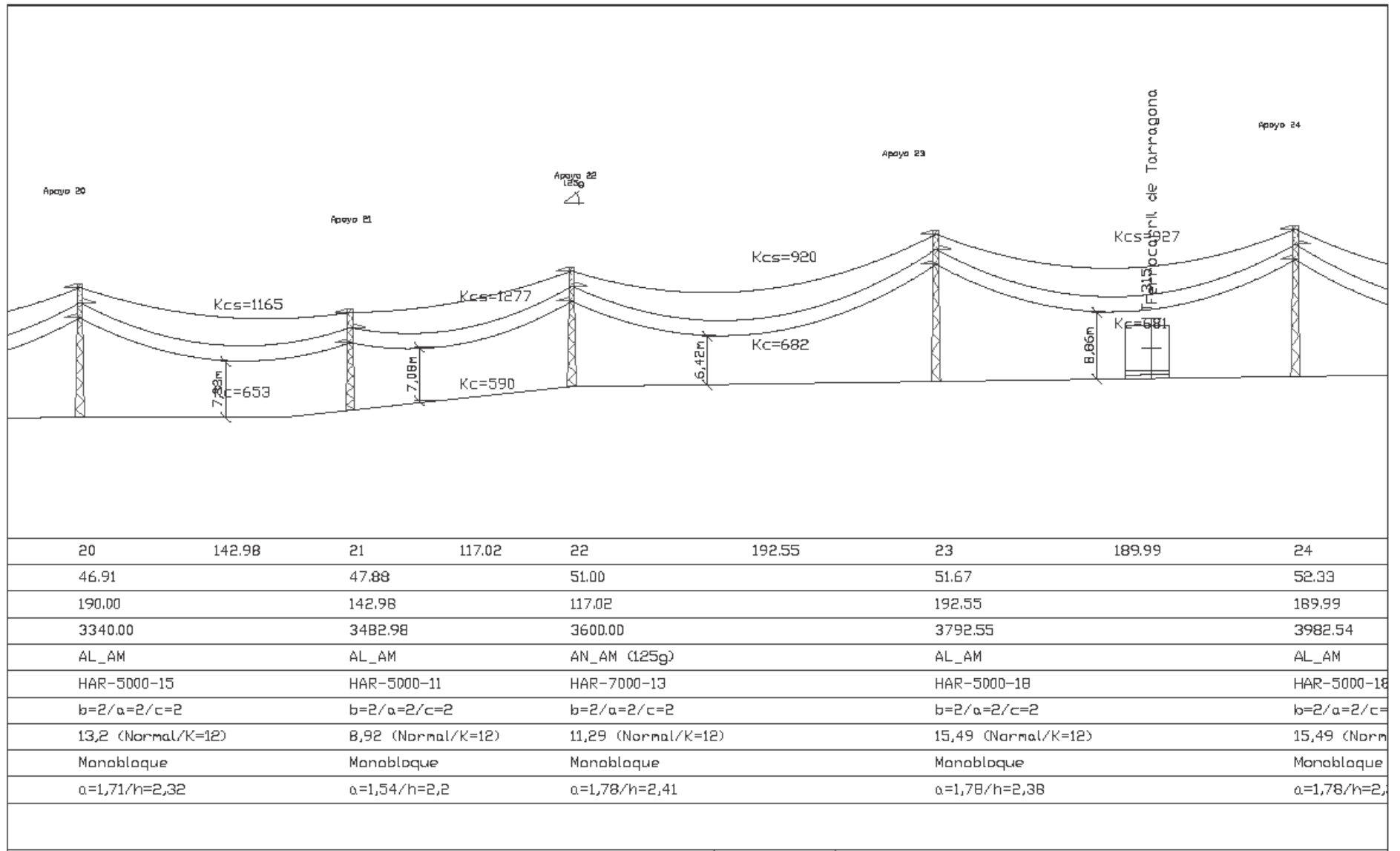
17	190.00	18	190.00	19	190.00	20	142.98
46.46		46.61		46.76		46.91	
193.40		190.00		190.00		190.00	
2770.00		2960.00		3150.00		3340.00	
AL_AM		AL_ANC		AL_AM		AL_AM	
HAR-5000-15		HAR-5000-15		HAR-5000-15		HAR-5000-15	
$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$	
13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)	
Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque	
$a=1,71/h=2,32$		$a=1,71/h=2,32$		$a=1,71/h=2,32$		$a=1,71/h=2,32$	

PERFIL DE LÍNEA

 UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus	
	Plano: PERFIL DE LÍNEA	Plano Nº 4.6
	ESCALA H 2000 V 500	Grupo: Autor: David de las Heras Izquierdo

20/5/2021

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos

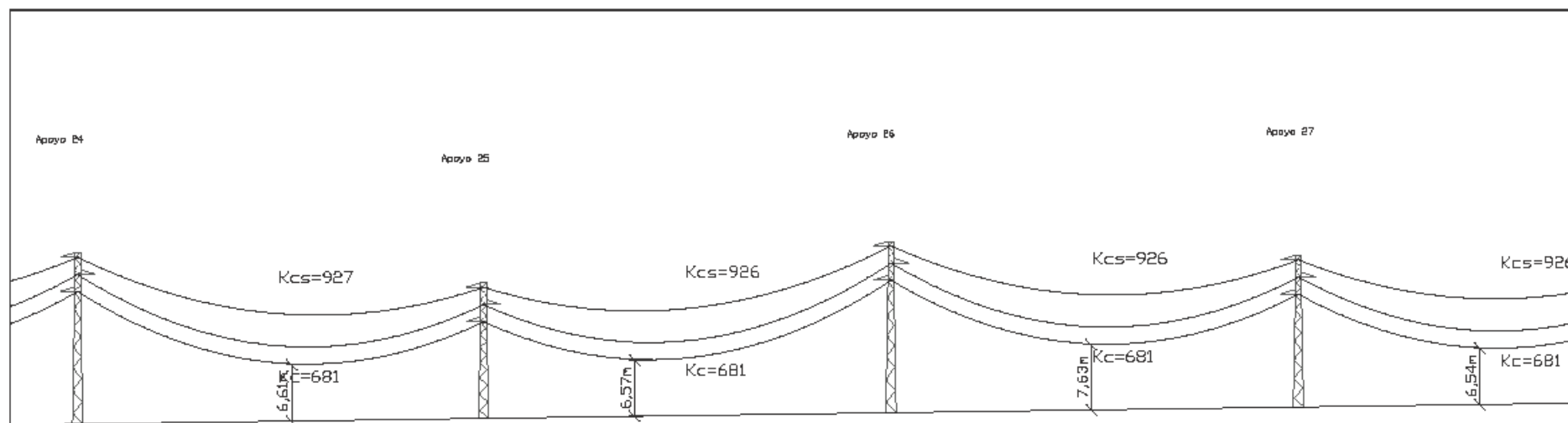


PERFIL DE LÍNEA




Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus			
Plano: PERFIL DE LÍNEA		Plano Nº 4.7	
ESCALA H 2000 V 500	Grupo:	20/5/2021	
Autor: David de las Heras Izquierdo			

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos

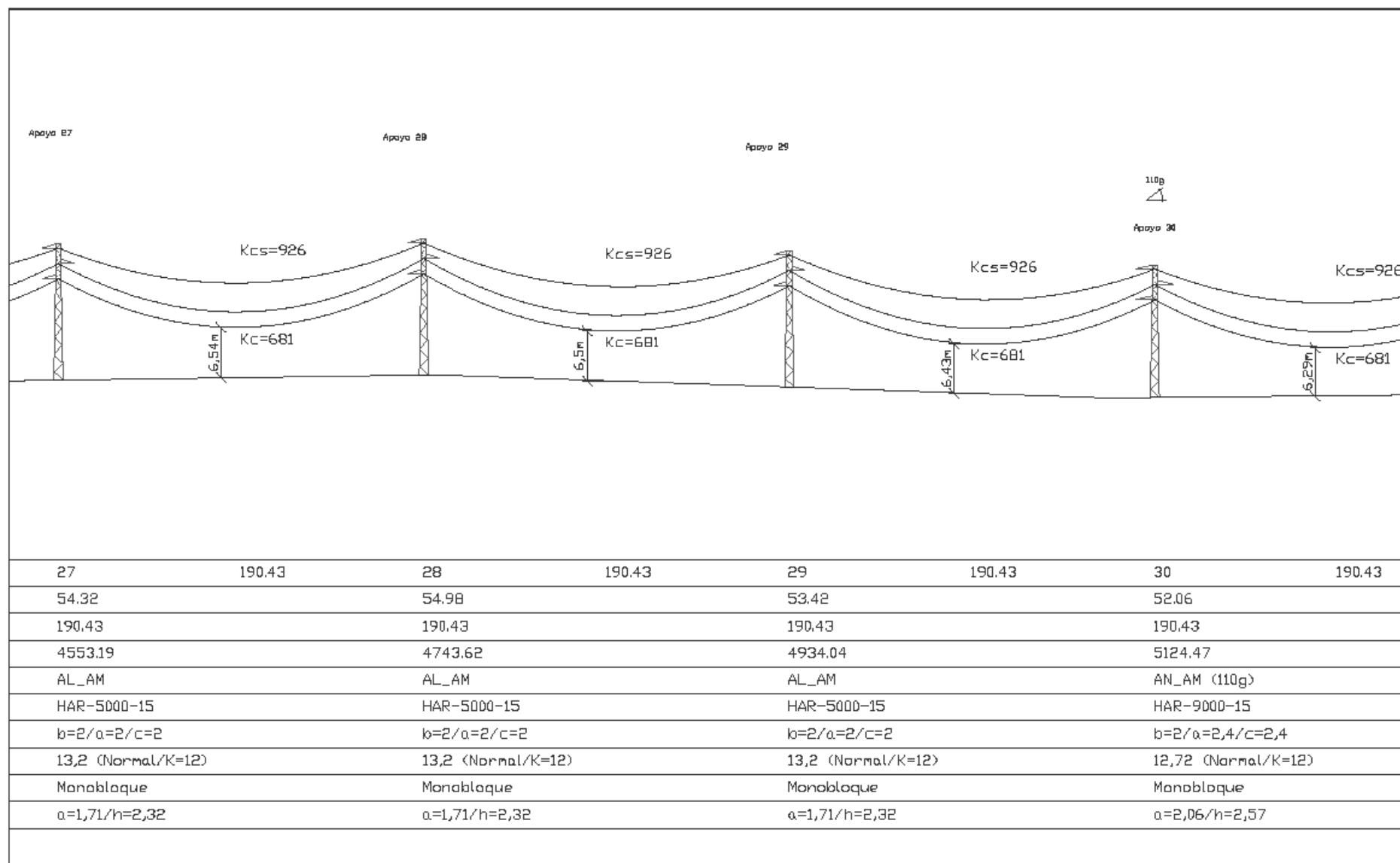


24	189.80	25	190.43	26	190.43	27	190.43
52.33		52.99		53.65		54.32	
189.99		189.80		190.43		190.43	
3982.54		4172.34		4362.77		4553.19	
AL_AM		AL_AM		AL_AM		AL_AM	
HAR-5000-18		HAR-5000-13		HAR-5000-18		HAR-5000-15	
b=2/a=2/c=2		b=2/a=2/c=2		b=2/a=2/c=2		b=2/a=2/c=2	
15,49 (Normal/K=12)		11,31 (Normal/K=12)		15,49 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)	
Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque	
a=1,78/h=2,38		a=1,64/h=2,27		a=1,78/h=2,38		a=1,71/h=2,32	


PERFIL DE LÍNEA

 UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus	
	Plano: PERFIL DE LÍNEA	Plano Nº 4.8
	ESCALA H 2000 V 500	Grupo: 20/5/2021
Autor: David de las Heras Izquierdo		

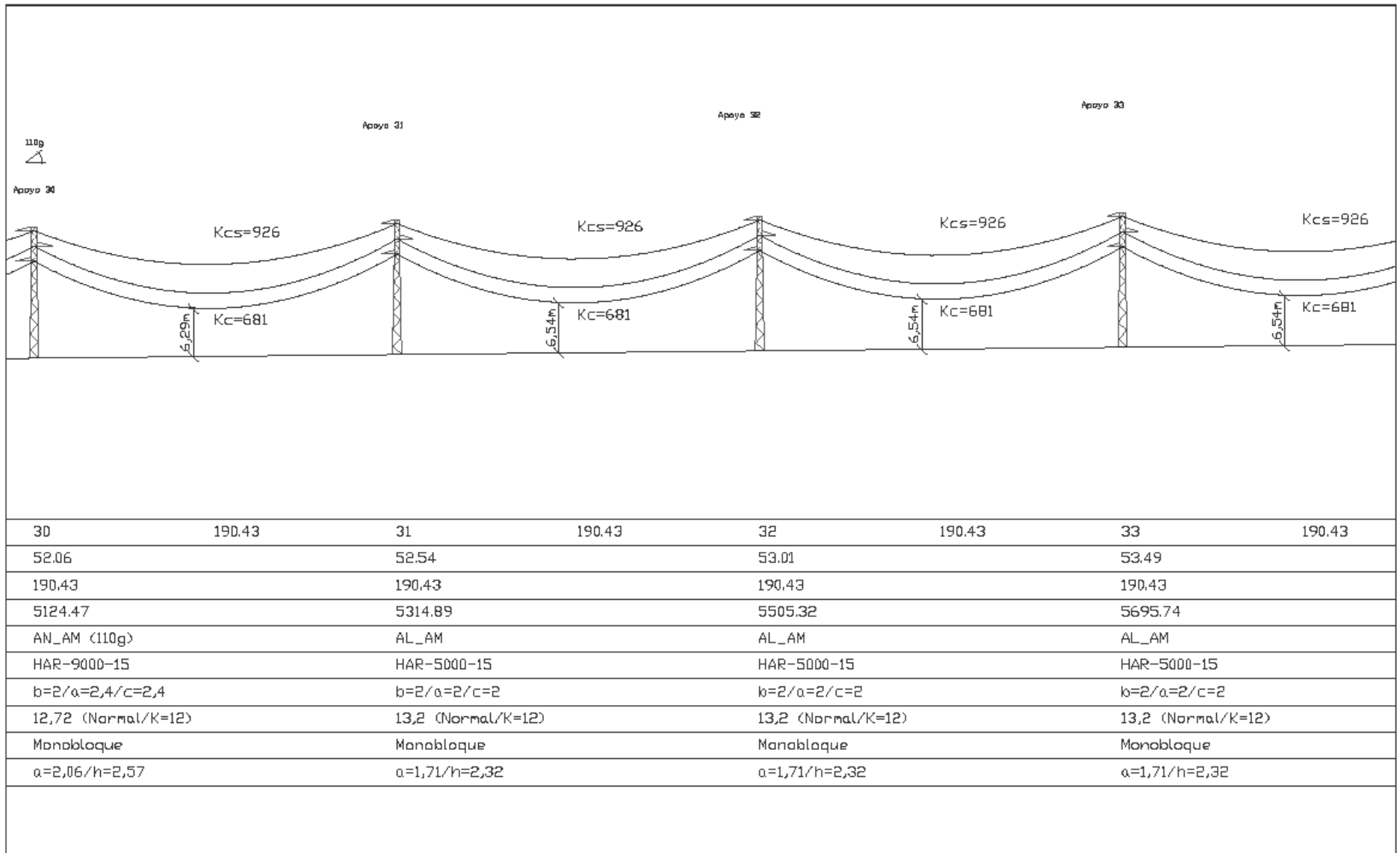
Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agoreus desde S.E. de Reus  
Planos



PERFIL DE LÍNEA

 UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agoreus		Plano Nº 4,9
	Plano: PERFIL DE LÍNEA		Grupo:
	ESCALA H 2000 V 500	Autor: David de las Heras Izquierdo	

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



PERFIL DE LÍNEA



Projecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus

Plano: PERFIL DE LÍNEA

Plano Nº 4.10

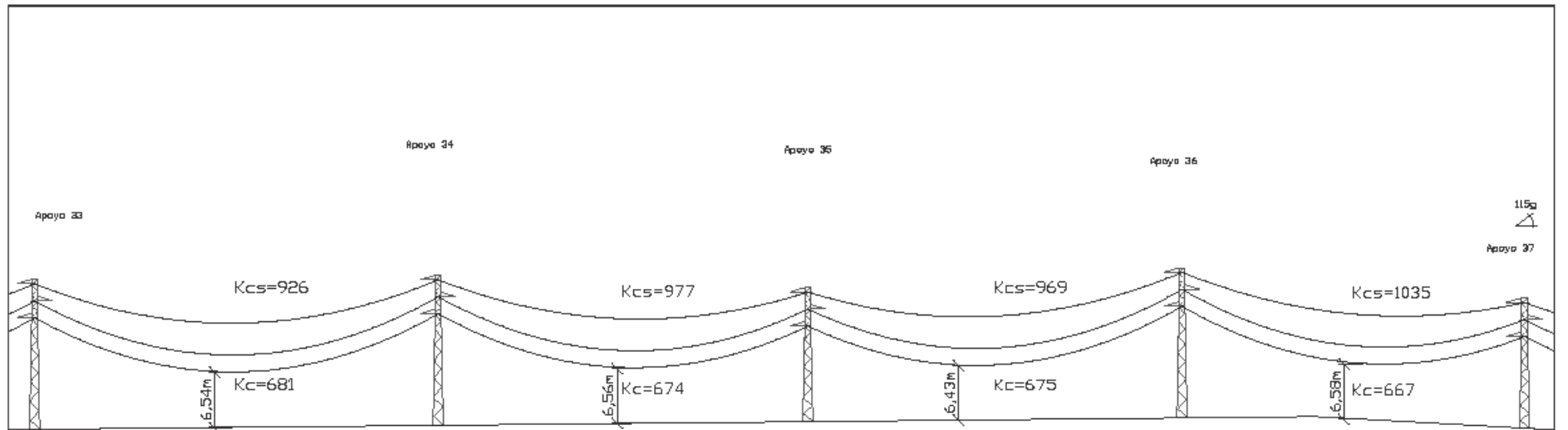
ESCALA  
H 2000  
V 500

Grupo:

20/5/2021


Autor: David de las Heras Izquierdo

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos

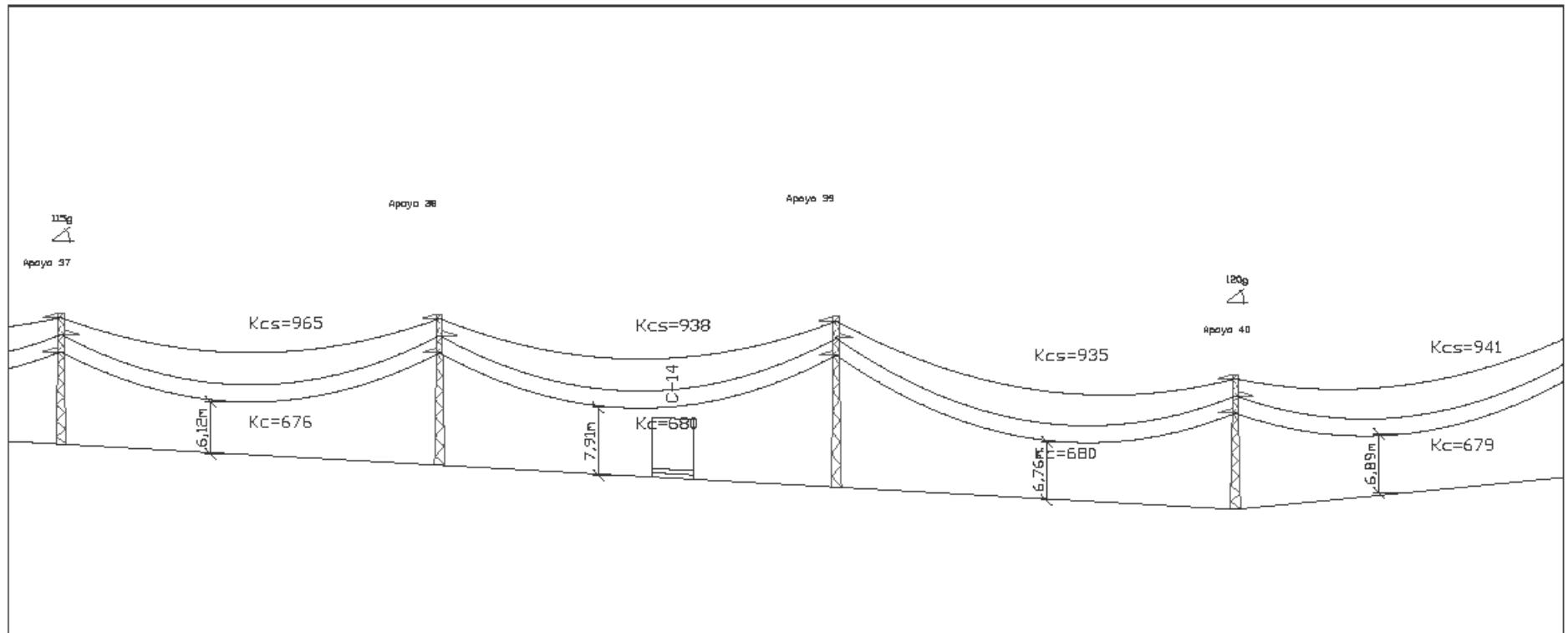


33	190.43	34	174.47	35	176.60	36	161.70	37
53.49		53.97		54.40		54.84		53.6
190.43		190.43		174.47		176.60		161.7
5695.74		5886.17		6060.64		6237.23		639
AL_AM		AL_ANC		AL_AM		AL_AM		AN_
HAR-5000-15		HAR-5000-15		HAR-5000-13		HAR-5000-15		HAR
$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2$
13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		11,31 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		10,8
Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque		Mon
$a=1,71/h=2,32$		$a=1,71/h=2,32$		$a=1,64/h=2,27$		$a=1,71/h=2,32$		$a=1,$

PERFIL DE LÍNEA


 UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus	
	Plano: PERFIL DE LÍNEA	Plano Nº 4.11
	ESCALA H 2000 V 500	Grupo:
	Autor: David de las Heras Izquierdo	
		20/5/2021

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agoreus desde S.E. de Reus  
Planos

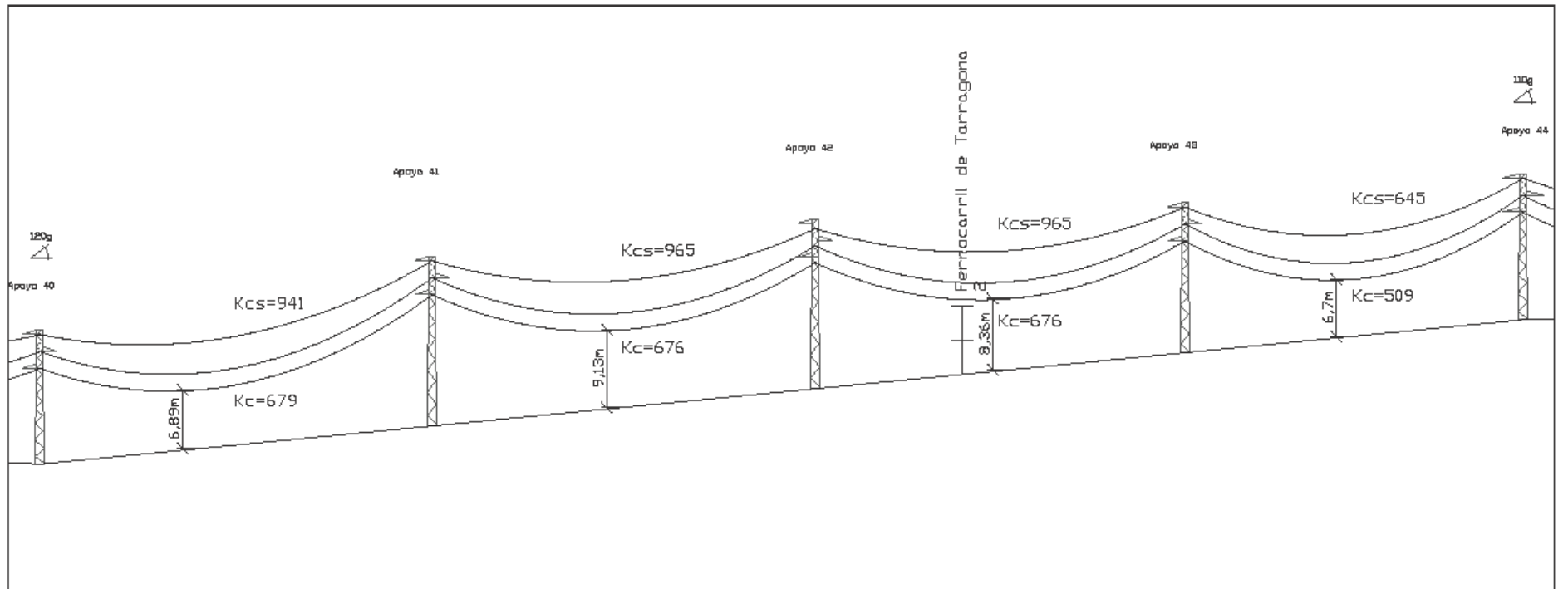


37	177.66	38	186.17	39	187.23	40	185.11
53.63		51.17		48.59		46.00	
161.70		177.66		186.17		187.23	
6398.94		6576.60		6762.77		6950.00	
AN_AM (115g)		AL_AM		AL_AM		AN_AM (120g)	
HAR-9000-13		HAR-5000-15		HAR-5000-18		HAR-7000-13	
b=2/a=2,1/c=2,1		b=2/a=2/c=2		b=2/a=2/c=2		b=2/a=2/c=2	
10,85 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		15,49 (Normal/K=12)		11,29 (Normal/K=12)	
Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque	
a=1,93/h=2,53		a=1,71/h=2,32		a=1,78/h=2,38		a=1,78/h=2,41	

PERFIL DE LÍNEA

 UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agoreus	
	Plano: PERFIL DE LÍNEA	Plano Nº 4.12
ESCALA H 2000 V 500	Grupo:	20/5/2021
Autor: David de las Heras Izquierdo		

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



40	185.11	41	180.85	42	174.60	43	159.44	44
46.00		50.50		54.89		59.13		63.0
187.23		185.11		180.85		174.60		159.
6950.00		7135.11		7315.96		7490.56		765
AN_AM (120g)		AL_AM		AL_SU		AL_ANC		AN_
HAR-7000-13		HAR-5000-18		HAR-5000-18		HAR-5000-15		HAR
$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2$
11,29 (Normal/K=12)		15,49 (Normal/K=12)		15,49 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		12,7
Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque		Mon
$a=1,7B/h=2,41$		$a=1,7B/h=2,38$		$a=1,7B/h=2,38$		$a=1,71/h=2,32$		$a=2$

PERFIL DE LÍNEA



Projecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus

Plano: PERFIL DE LÍNEA

Plano Nº 4.13

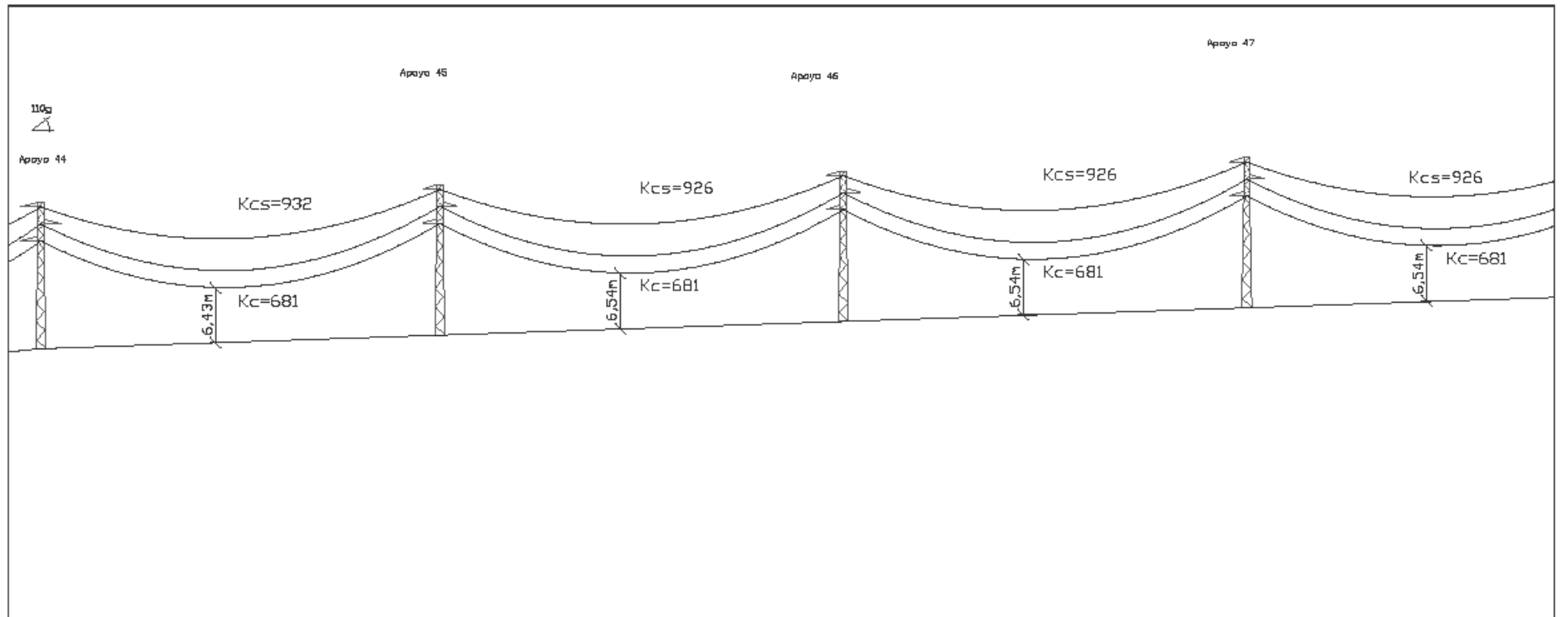
ESCALA  
H 2000  
V 500

Grupo:

20/5/2021


Autor: David de las Heras Izquierdo

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



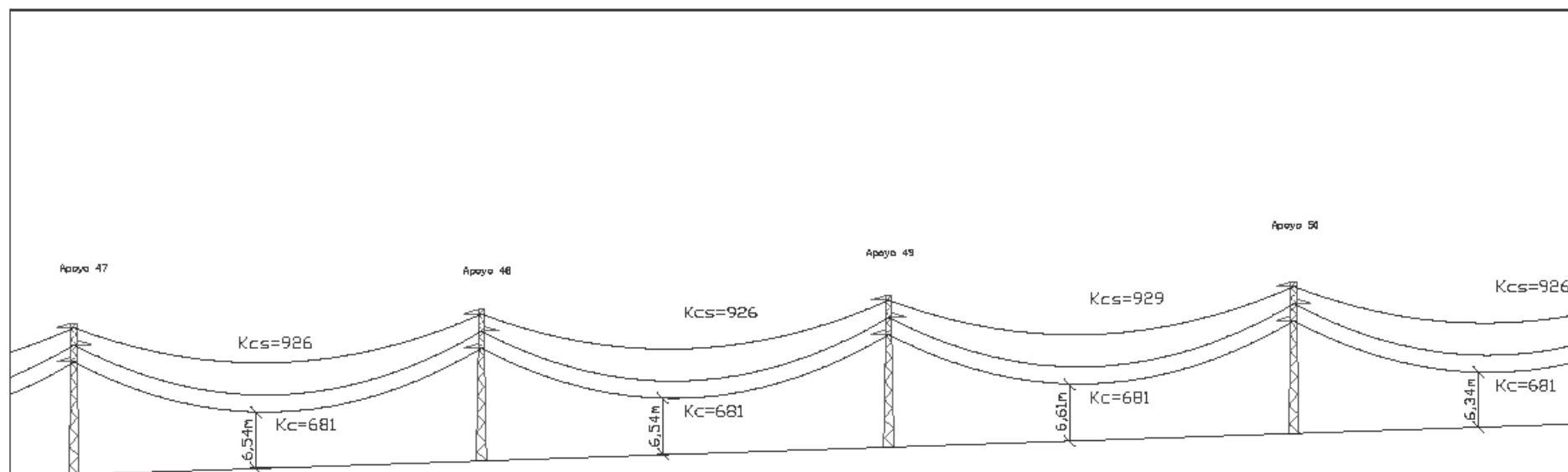
44	188.30	45	190.43	46	190.43	47	190.43
63.00		64.59		66.20		67.82	
159.44		188.30		190.43		190.43	
7650.00		7838.30		8028.72		8219.15	
AN_ANC (110g)		AL_AM		AL_AM		AL_AM	
HAR-9000-15		HAR-5000-15		HAR-5000-15		HAR-5000-15	
b=2/a=2,4/c=2,4		b=2/a=2/c=2		b=2/a=2/c=2		b=2/a=2/c=2	
12,72 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)	
Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque	
a=2,06/h=2,57		a=1,71/h=2,32		a=1,71/h=2,32		a=1,71/h=2,32	

PERFIL DE LÍNEA

 UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus	
	Plano: PERFIL DE LÍNEA	Plano Nº 4.14
	ESCALA H 2000 V 500	Grupo: Autor: David de las Heras Izquierdo

20/5/2021

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



47	190,43	48	190,43	49	189,36	50	190,43
67,82		69,43		71,04		72,64	
190,43		190,43		190,43		189,36	
8219,15		8409,57		8600,00		8789,36	
AL_AM		AL_AM		AL_AM		AL_ANC	
HAR-5000-15		HAR-5000-15		HAR-5000-15		HAR-5000-15	
$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$	
13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)	
Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque	
$a=1,71/h=2,32$		$a=1,71/h=2,32$		$a=1,71/h=2,32$		$a=1,71/h=2,32$	

PERFIL DE LÍNEA



Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus

Plano: PERFIL DE LÍNEA

Plano Nº 4.15

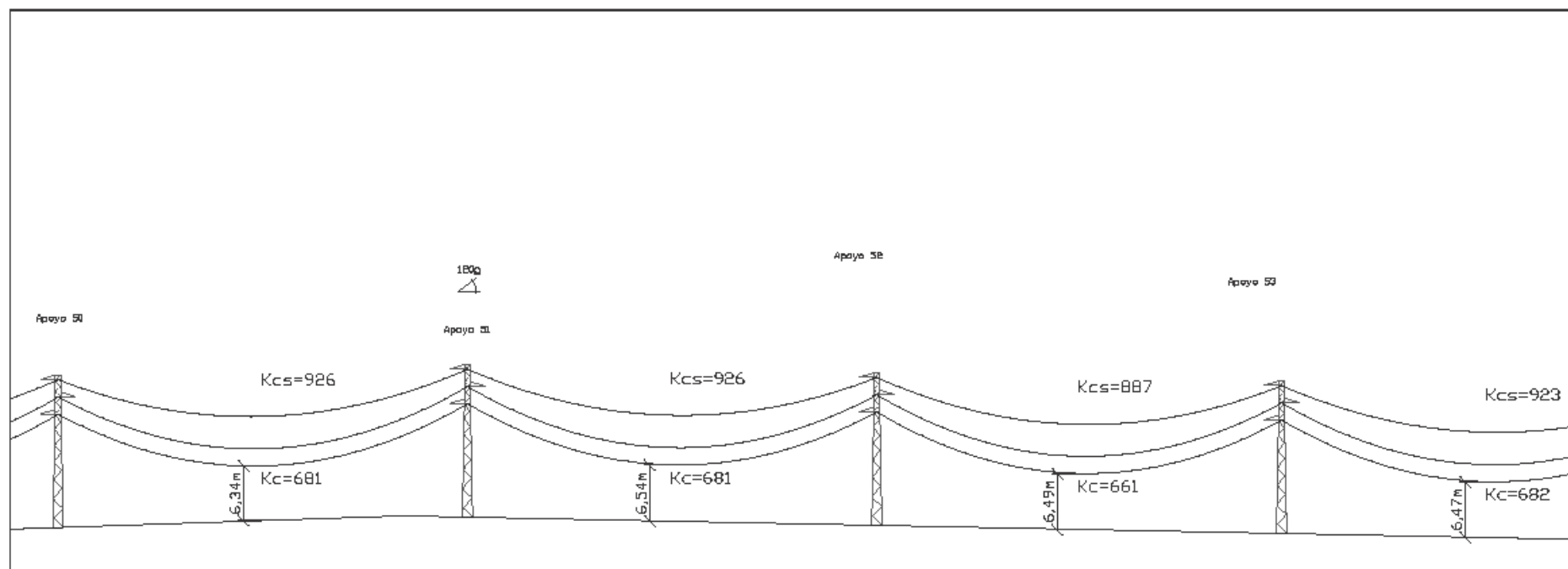
ESCALA  
H 2000  
V 500

Grupo:

20/5/2021


Autor: David de las Heras Izquierdo

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



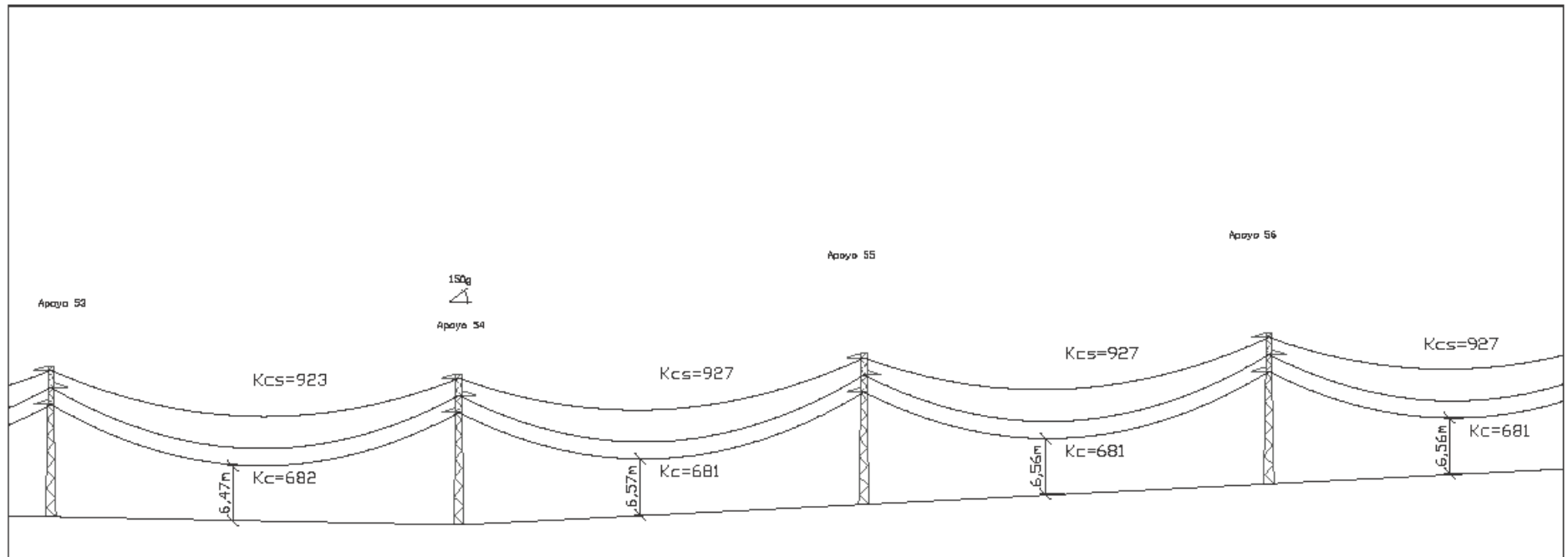
50	190,43	51	190,43	52	188,30	53	191,49
72,64		73,85		72,90		71,96	
189,36		190,43		190,43		188,30	
8789,36		8979,79		9170,21		9358,51	
AL_ANC		AN_AM (120g)		AL_AM		AL_AM	
HAR-5000-15		HAR-7000-15		HAR-5000-15		HAR-5000-15	
$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$	
13,2 (Normal/K=12)		13,21 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)	
Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque	
$a=1,71/h=2,32$		$a=1,88/h=2,46$		$a=1,71/h=2,32$		$a=1,71/h=2,32$	

PERFIL DE LÍNEA

 UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus	
	Plano: PERFIL DE LÍNEA	Plano Nº 4.16
	ESCALA H 2000 V 500	Grupo: Autor: David de las Heras Izquierdo

20/5/2021

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



53	191.49	54	190.00	55	190.00	56	190.00
71.96		71.00		73.41		75.81	
188.30		191.49		190.00		190.00	
9358.51		9550.00		9740.00		9930.00	
AL_AM		AN_AM (150g)		AL_AM		AL_AM	
HAR-5000-15		HAR-7000-15		HAR-5000-15		HAR-5000-15	
$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$	
13,2 (Normal/K=12)		13,21 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)	
Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque	
$a=1,71/h=2,32$		$a=1,88/h=2,46$		$a=1,71/h=2,32$		$a=1,71/h=2,32$	

PERFIL DE LÍNEA



Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus

Plano: PERFIL DE LÍNEA

Plano Nº 4.17

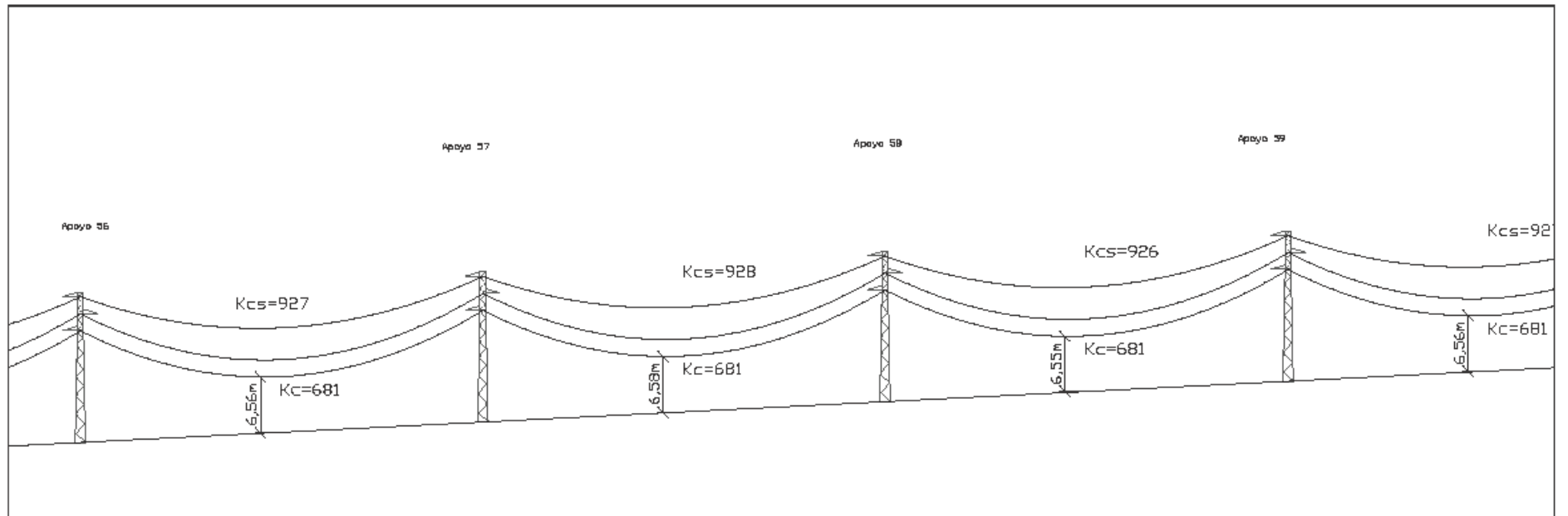
ESCALA  
H 2000  
V 500

Grupo:

20/5/2021

Autor: David de las Heras Izquierdo

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



56	190.00	57	189.77	58	190.23	59	190.00
75.81		78.22		80.62		83.03	
190.00		190.00		189.77		190.23	
9930.00		10120.00		10309.77		10500.00	
AL_AM		AL_AM		AL_AM		AL_AM	
HAR-5000-15		HAR-5000-15		HAR-5000-15		HAR-5000-15	
$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$	
13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)	
Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque	
$a=1,71/h=2,32$		$a=1,71/h=2,32$		$a=1,71/h=2,32$		$a=1,71/h=2,32$	

PERFIL DE LÍNEA



Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus

Plano: PERFIL DE LÍNEA

Plano Nº 4.18

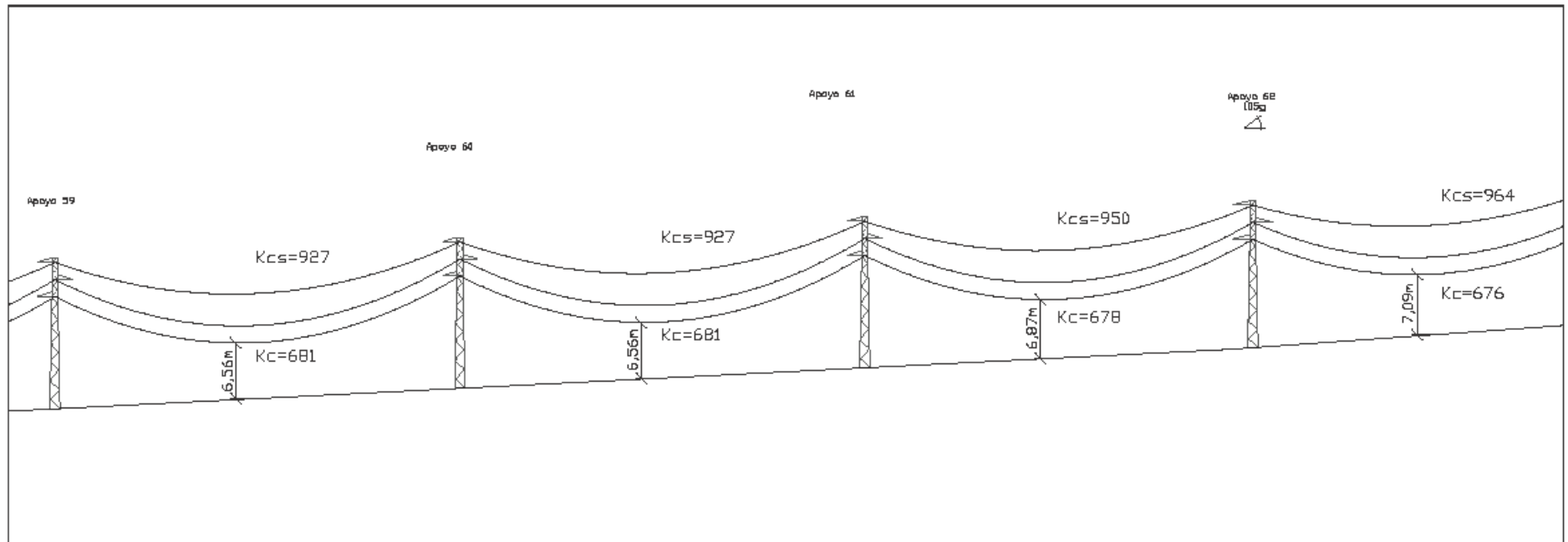
ESCALA  
H 2000  
V 500

Grupo:

20/5/2021


Autor: David de las Heras Izquierdo

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos

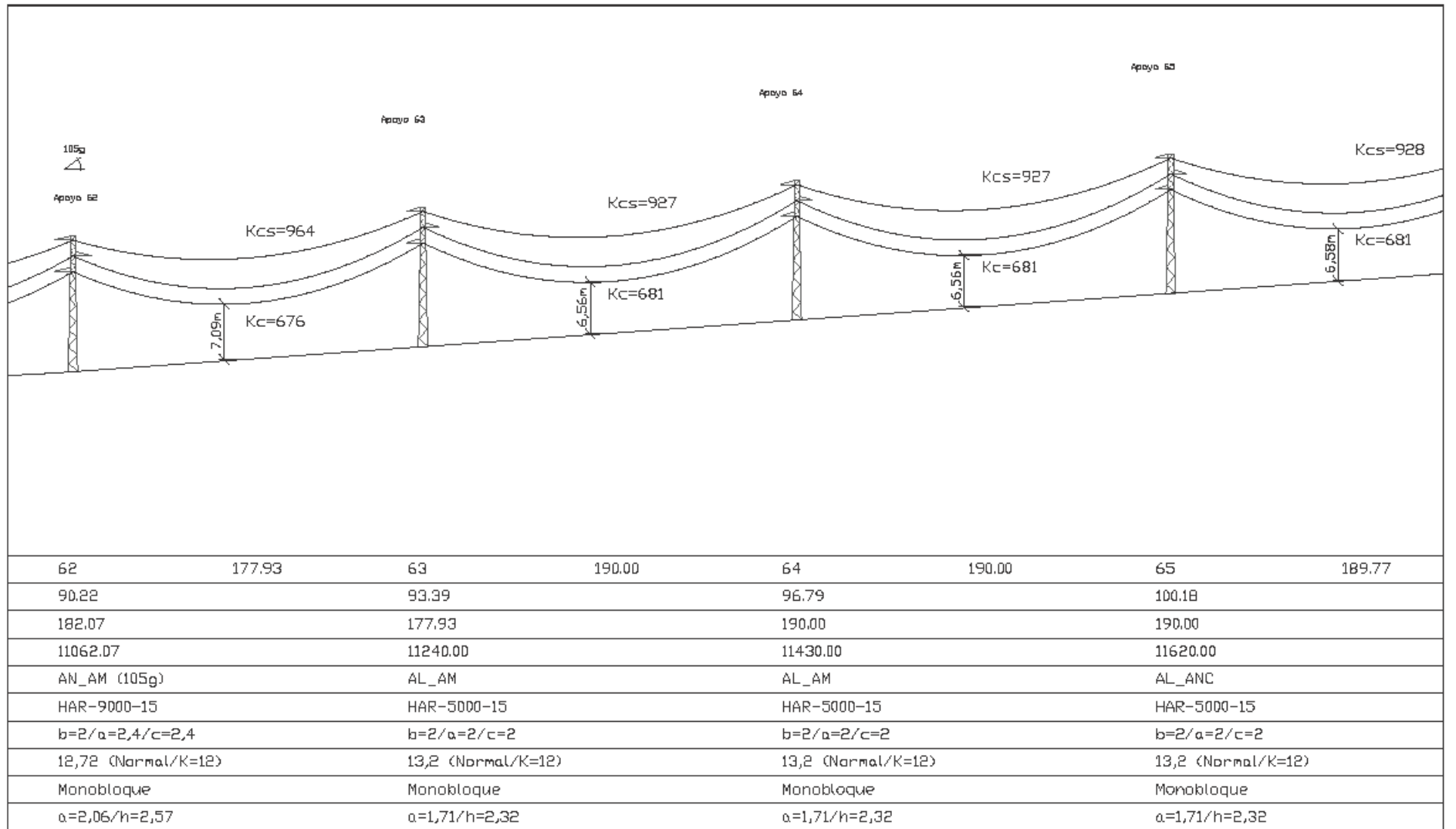


59	190.00	60	190.00	61	182.07	62	177.93
83.03		85.44		87.85		90.22	
190.23		190.00		190.00		182.07	
10500.00		10690.00		10880.00		11062.07	
AL_AM		AL_AM		AL_AM		AN_AM (105g)	
HAR-5000-15		HAR-5000-15		HAR-5000-15		HAR-9000-15	
$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2,4/c=2,4$	
13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		12,72 (Normal/K=12)	
Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque	
$a=1,71/h=2,32$		$a=1,71/h=2,32$		$a=1,71/h=2,32$		$a=2,06/h=2,57$	

PERFIL DE LÍNEA

 UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus	
	Plano: PERFIL DE LÍNEA	Plano Nº 4.19
	ESCALA H 2000 V 500	Grupo:
	Autor: David de las Heras Izquierdo	

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



PERFIL DE LÍNEA



Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus

Plano: PERFIL DE LÍNEA

Plano Nº 4.20

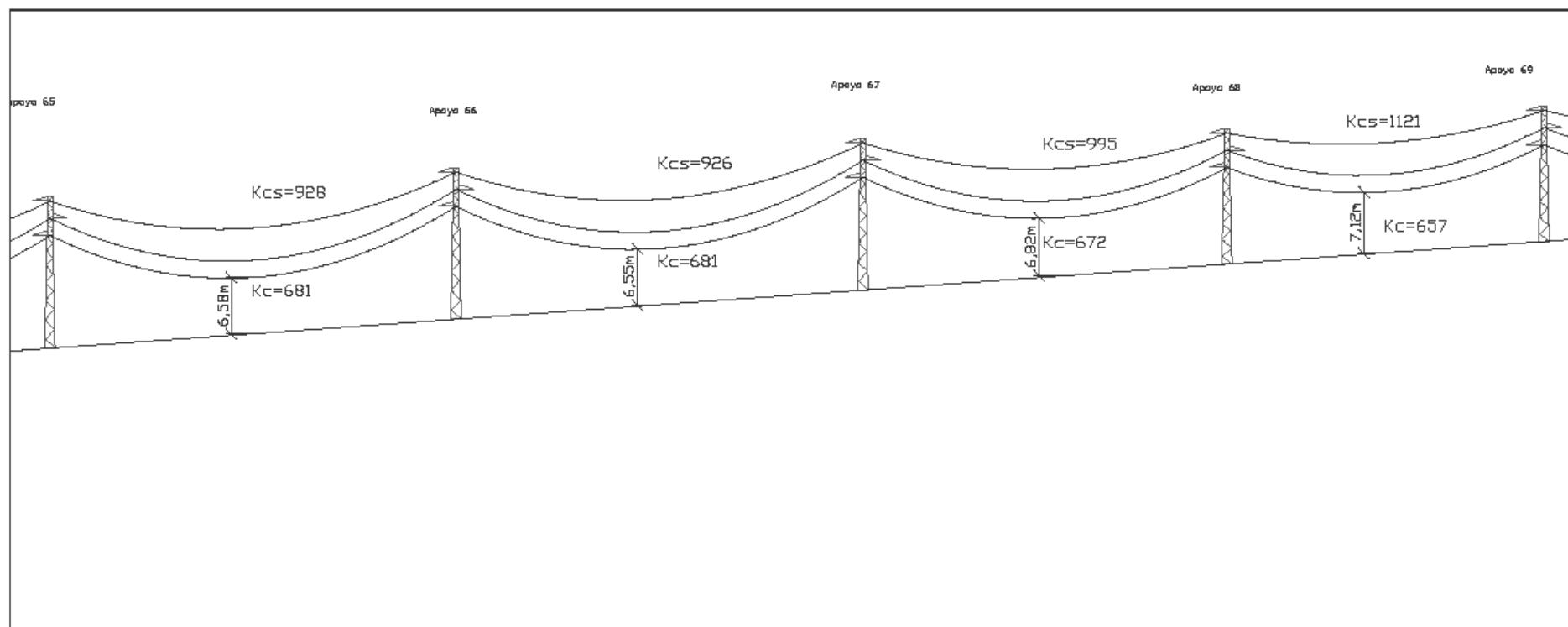
ESCALA  
H 2000  
V 500

Grupo:

20/5/2021


Autor: David de las Heras Izquierdo

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos

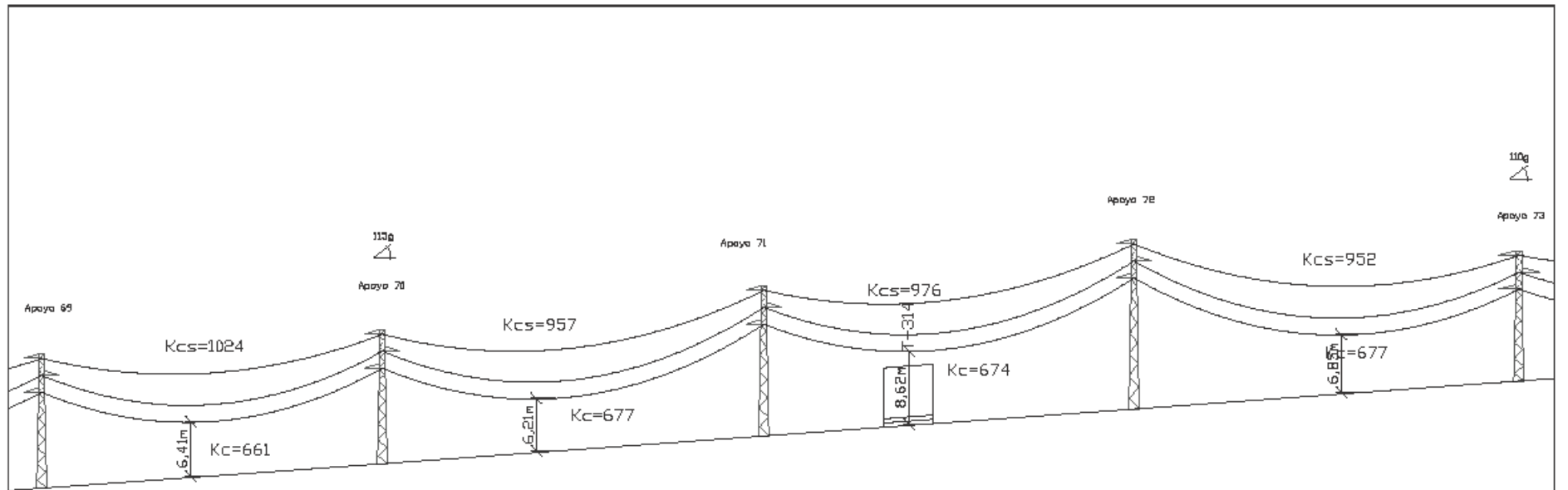


65	189.77	66	190.23	67	170.11	68	148.28	69
100.18		103.57		106.96		110.00		112.64
190.00		189.77		190.23		170.11		148.28
11620.00		11809.77		12000.00		12170.11		12318.28
AL_ANC		AL_AM		AL_AM		AL_AM		AL_AM
HAR-5000-15		HAR-5000-15		HAR-5000-15		HAR-5000-13		HAR-5000-13
$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$
13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		11,31 (Normal/K=12)		11,31
Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque
$a=1,71/h=2,32$		$a=1,71/h=2,32$		$a=1,71/h=2,32$		$a=1,64/h=2,27$		$a=1,64/h=2,27$

PERFIL DE LÍNEA

 UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	Projecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus	
	Plano: PERFIL DE LÍNEA	Plano Nº 4.21
	ESCALA H 2000 V 500	Grupo: 20/5/2021
	Autor: David de las Heras Izquierdo	

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



69	160.77	70	180.04	71	174.71	72	181.61	73
112.65		115.53		118.80		121.98		125.28
148.28		160.77		180.04		174.71		181.61
12318.39		12479.16		12659.20		12833.91		13015.4
AL_AM		AN_AM (115g)		AL_AM		AL_AM		AN_AM
HAR-5000-13		HAR-7000-13		HAR-5000-15		HAR-5000-18		HAR-5000-18
$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$
11,31 (Normal/K=12)		11,29 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		15,49 (Normal/K=12)		10,85
Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque
$a=1,64/h=2,27$		$a=1,78/h=2,41$		$a=1,71/h=2,32$		$a=1,78/h=2,38$		$a=1,93/h=2,38$

PERFIL DE LÍNEA



Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus

Plano: PERFIL DE LÍNEA

Plano Nº 4.22

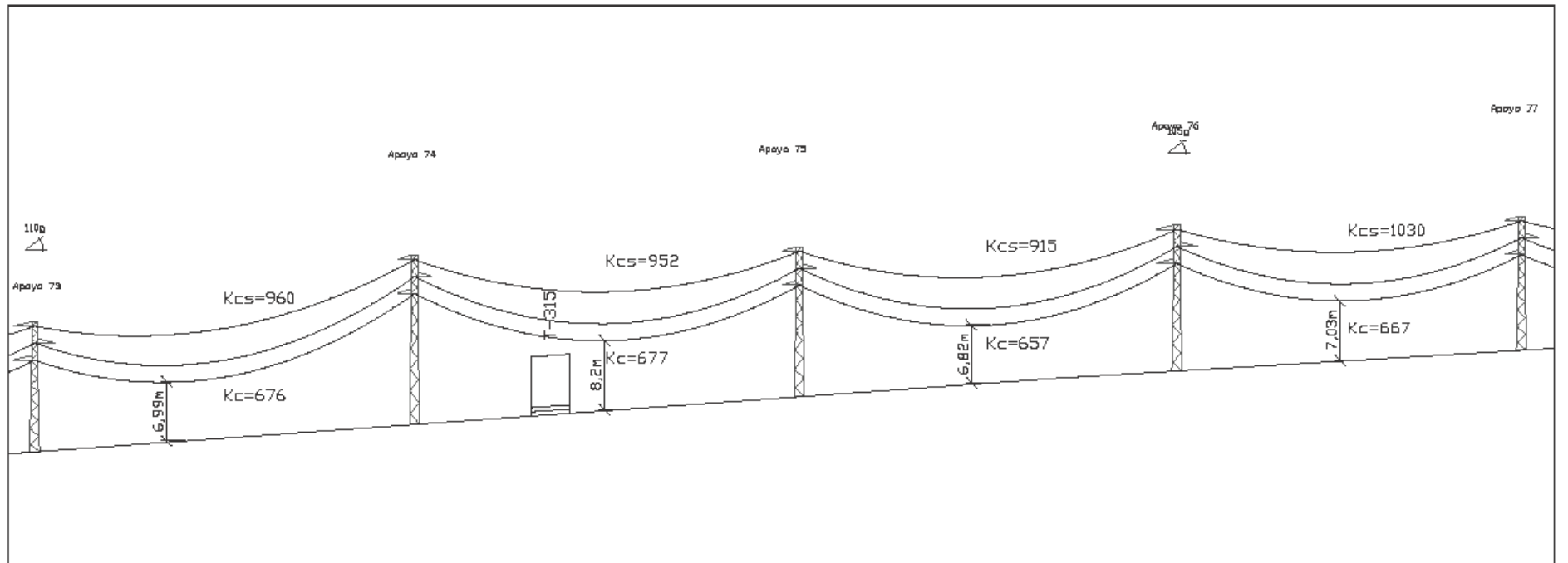
ESCALA  
H 2000  
V 500

Grupo:

20/5/2021

Autor: David de las Heras Izquierdo

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



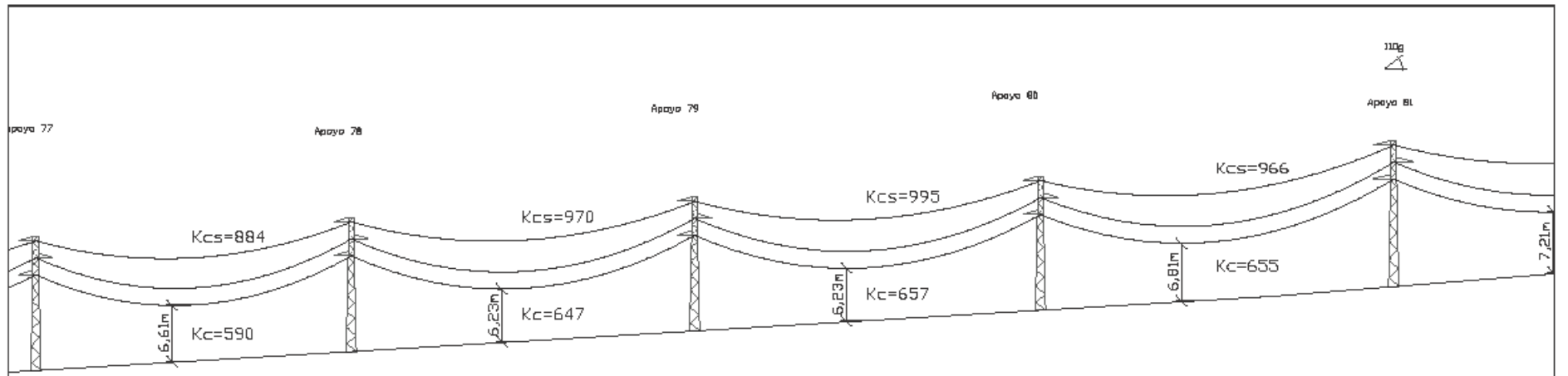
73	179,31	74	181,61	75	178,16	76	162,64	77
125,28		128,51		131,78		134,82		137,26
181,61		179,31		181,61		178,16		162,64
13015,52		13194,83		13376,44		13554,60		13717
AN_AM (110g)		AL_AM		AL_AM		AN_AM (105g)		AL_AM
HAR-9000-13		HAR-5000-18		HAR-5000-15		HAR-9000-15		HAR-5000-18
$b=2/a=2,4/c=2,4$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2,4/c=2,4$		$b=2/a=2,4/c=2,4$
10,85 (Normal/K=12)		15,49 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		12,72 (Normal/K=12)		11,31
Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque
$a=1,93/h=2,53$		$a=1,78/h=2,38$		$a=1,71/h=2,32$		$a=2,06/h=2,57$		$a=1,64/h=2,32$

PERFIL DE LÍNEA



Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus			
Plano: PERFIL DE LÍNEA		Plano Nº 4.23	
ESCALA H 2000 V 500	Grupo:	20/5/2021	
Autor: David de las Heras Izquierdo			

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



77	148.85	78	162.07	79	163.22	80	166.67	81	1
137.26		139.49		141.92		144.37		147.16	
162.64		148.85		162.07		163.22		166.67	
13717.24		13866.09		14028.16		14191.38		14358.05	
AL_AM		AL_AM		AL_ANC		AL_AM		AN_AM (110g)	
HAR-5000-13		HAR-5000-13		HAR-5000-13		HAR-5000-13		HAR-9000-15	
$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2,4/c=2,4$	
11,31 (Normal/K=12)		11,31 (Normal/K=12)		11,31 (Normal/K=12)		11,31 (Normal/K=12)		12,72 (Normal/K=12)	
Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque	
$a=1,64/h=2,27$		$a=1,64/h=2,27$		$a=1,64/h=2,27$		$a=1,64/h=2,27$		$a=2,06/h=2,57$	

PERFIL DE LÍNEA



Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus

Plano: PERFIL DE LÍNEA

Plano Nº 4.24

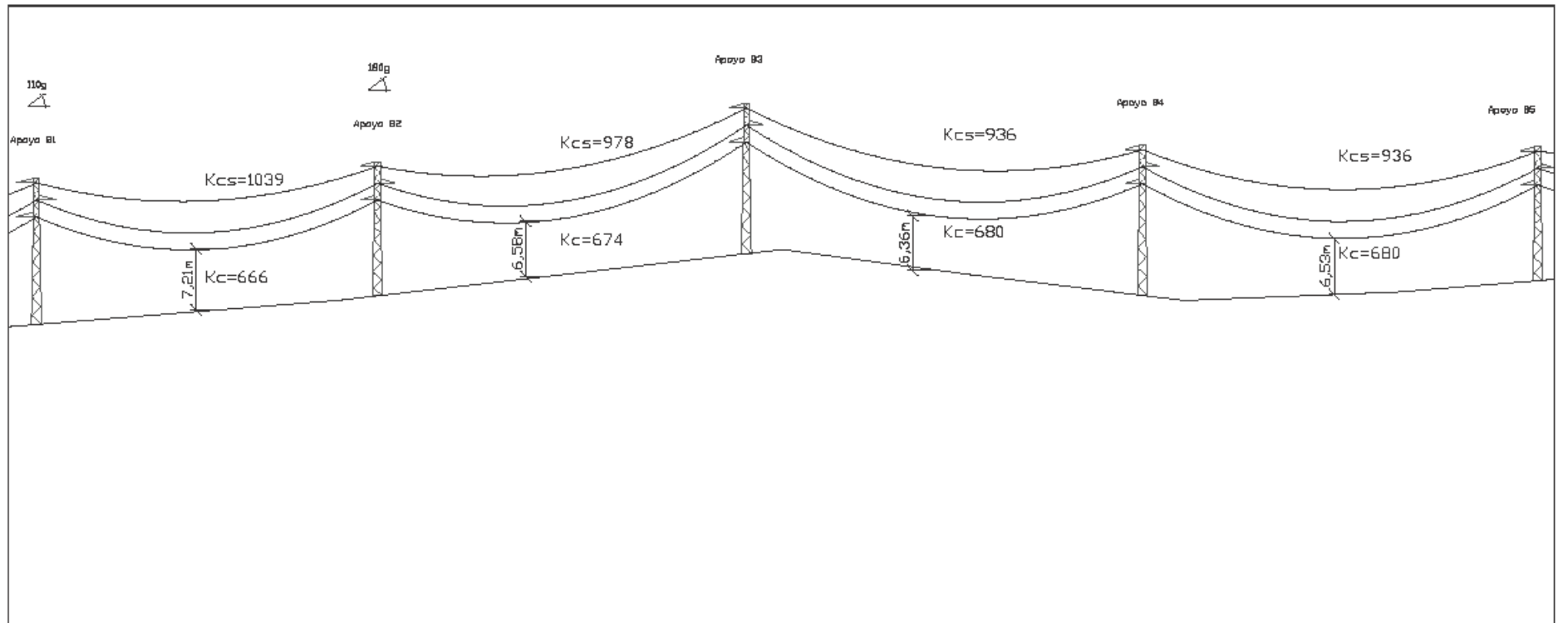
ESCALA  
H 2000  
V 500

Grupo:

20/5/2021

Autor: David de las Heras Izquierdo

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



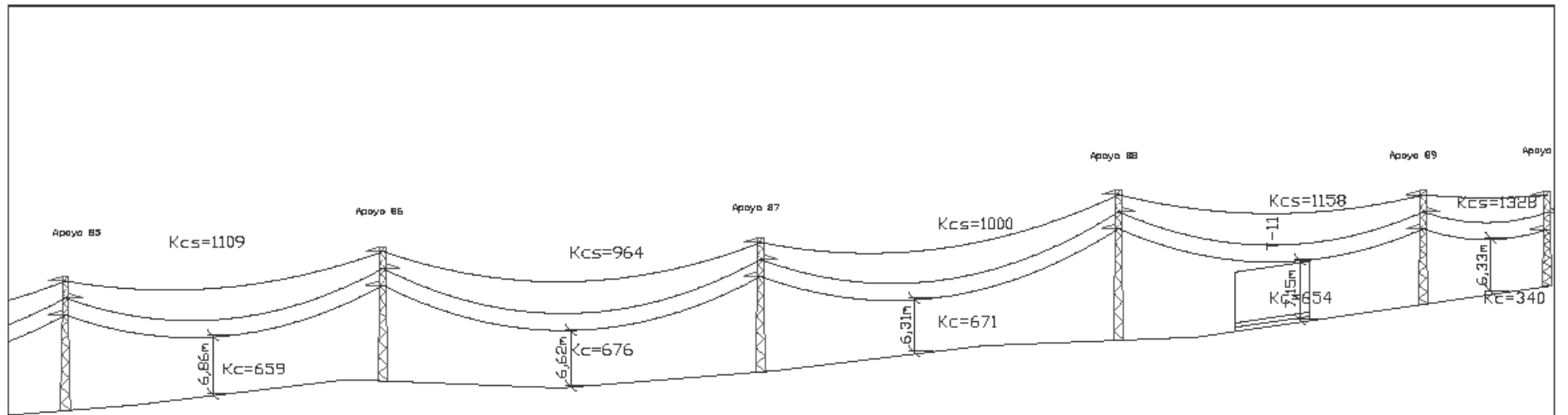
81	160.92	82	174.14	B3	186.90	84	186.67	85
147.16		150.54		155.52		150.60		152.
166.67		160.92		174.14		186.90		186.
14358.05		14518.97		14693.10		14880.00		1504
AN_AM (110g)		AN_AM (180g)		AL_AM		AL_AM		AL_
HAR-9000-15		HAR-5000-13		HAR-5000-15		HAR-5000-15		HAR
$b=2/a=2,4/c=2,4$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2$
12,72 (Normal/K=12)		11,31 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		11,3
Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque		Mon
$a=2,06/h=2,57$		$a=1,64/h=2,27$		$a=1,71/h=2,32$		$a=1,71/h=2,32$		$a=1,$

PERFIL DE LÍNEA



Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus			
Plano: PERFIL DE LÍNEA		Plano Nº 4.25	
ESCALA H 2000 V 500	Grupo:	20/5/2021	
Autor: David de las Heras Izquierdo			

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



85	149.91	86	178.16	87	168.97	88	143.79	89	58.51	90
152.33		155.83		156.89		160.64		164.89		167
186.67		149.91		178.16		168.97		143.79		58.5
15066.67		15216.57		15394.74		15563.70		15707.49		157
AL_AM		AL_AM		AL_AM		AL_AM		AL_ANC		FL
HAR-5000-13		HAR-5000-13		HAR-5000-13		HAR-5000-15		HAR-5000-11		HAR
$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2$
11,31 (Normal/K=12)		11,31 (Normal/K=12)		11,31 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		8,92 (Normal/K=12)		6,7
Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque		Mon
$\alpha=1,64/h=2,27$		$\alpha=1,64/h=2,27$		$\alpha=1,64/h=2,27$		$\alpha=1,71/h=2,32$		$\alpha=1,54/h=2,2$		$\alpha=1$

PERFIL DE LÍNEA



Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus

Plano: PERFIL DE LÍNEA

Plano Nº 4.26

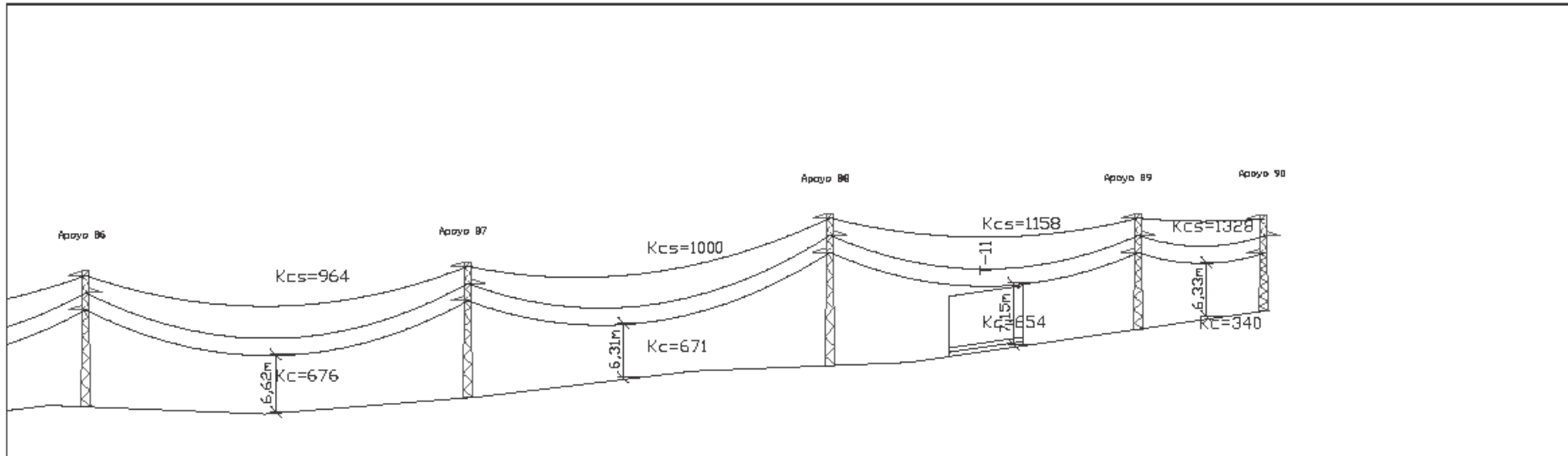
ESCALA  
H 2000  
V 500

Grupo:

20/5/2021

Autor: David de las Heras Izquierdo

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



86	178.16	87	168.97	88	143.79	89	58.51	90
155.83		156.89		160.64		164.89		167.00
149.91		178.16		168.97		143.79		58.51
15216.57		15394.74		15563.70		15707.49		15766.00
AL_AM		AL_AM		AL_AM		AL_ANC		FL
HAR-5000-13		HAR-5000-13		HAR-5000-15		HAR-5000-11		HAR-5000-9
$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$
11,31 (Normal/K=12)		11,31 (Normal/K=12)		13,2 (Normal/K=12)		8,92 (Normal/K=12)		6,73 (Normal/K=12)
Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque		Monobloque
$a=1,64/h=2,27$		$a=1,64/h=2,27$		$a=1,71/h=2,32$		$a=1,54/h=2,2$		$a=1,46/h=2,12$

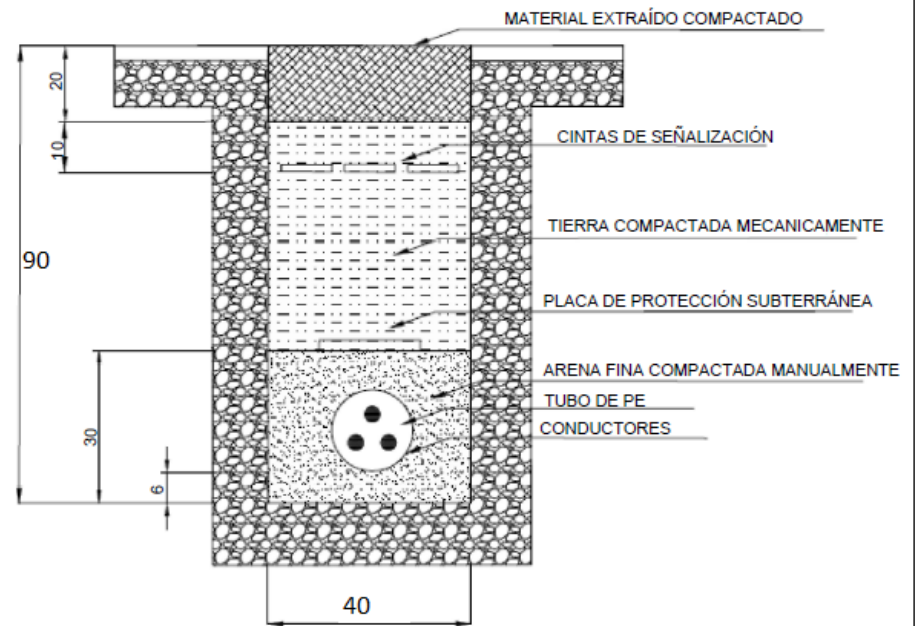
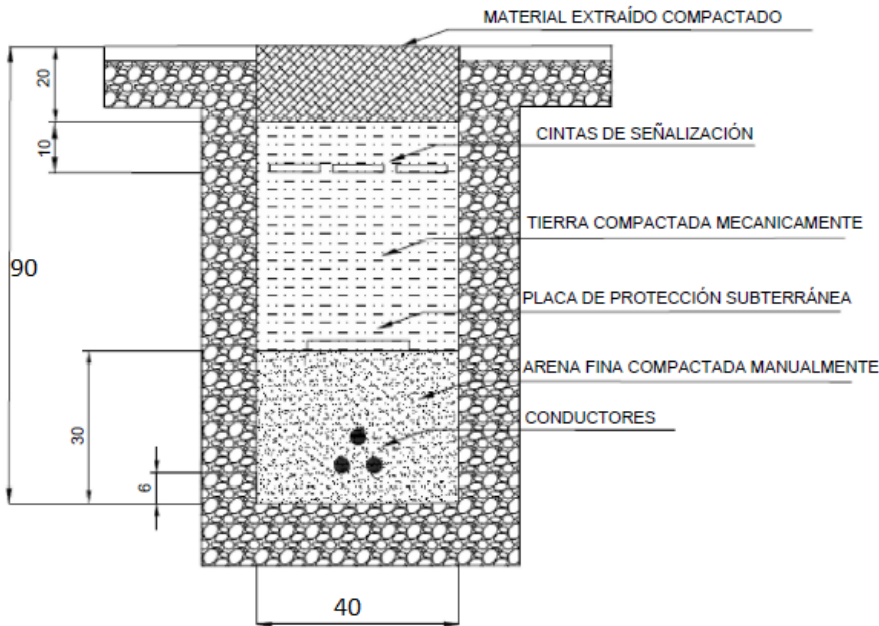
PERFIL DE LÍNEA	 UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus	
		Plano: PERFIL DE LÍNEA	Plano Nº 4.27
		ESCALA H 2000 V 500	Grupo: Autor: David de las Heras Izquierdo
		20/5/2021	


# CIRCUITO EN ACERA

# CIRCUITO EN ACERA CON TUBO SECO

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

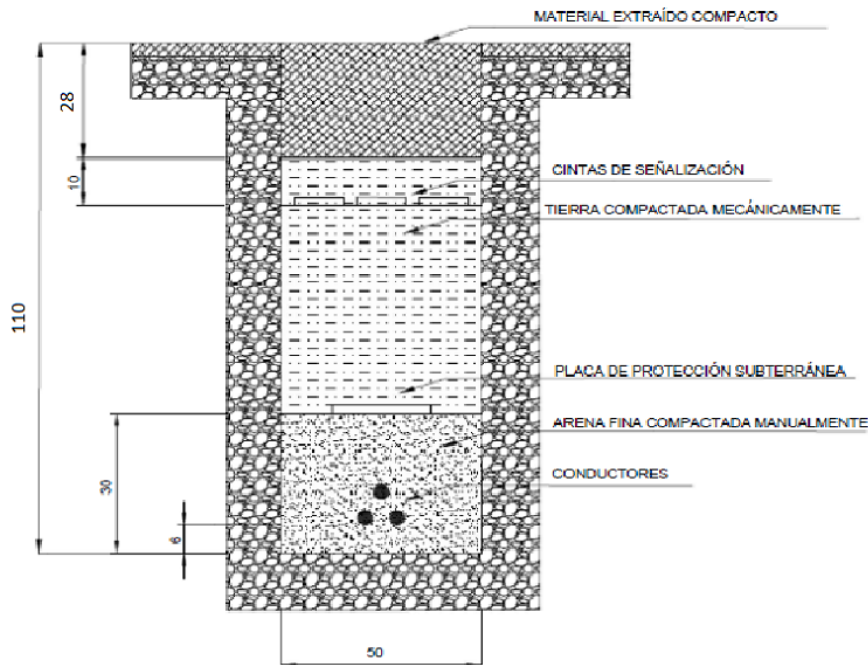


 UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	Proyecto: Diseño línea Agoreus 30kV con CT		
	Plano: ZANJAS		Plano Nº 5.1
	ESCALA 1:10	Grupo:	
	Autor: David de las Heras Izquierdo		

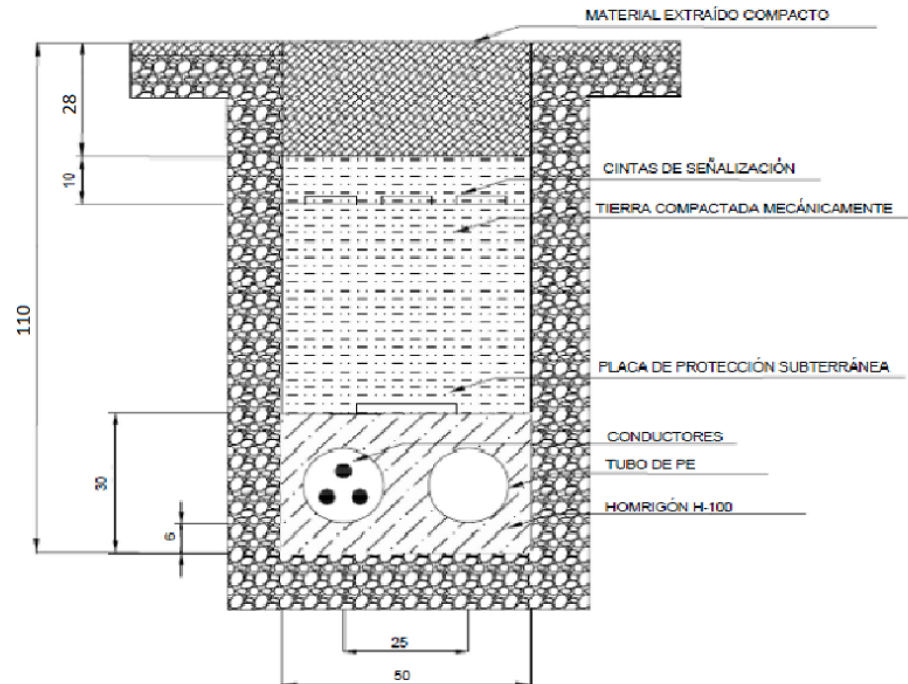
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

### CIRCUITO EN CALZADA




### CIRCUITO EN CALZADA CON TUBO HOMRIGONADO



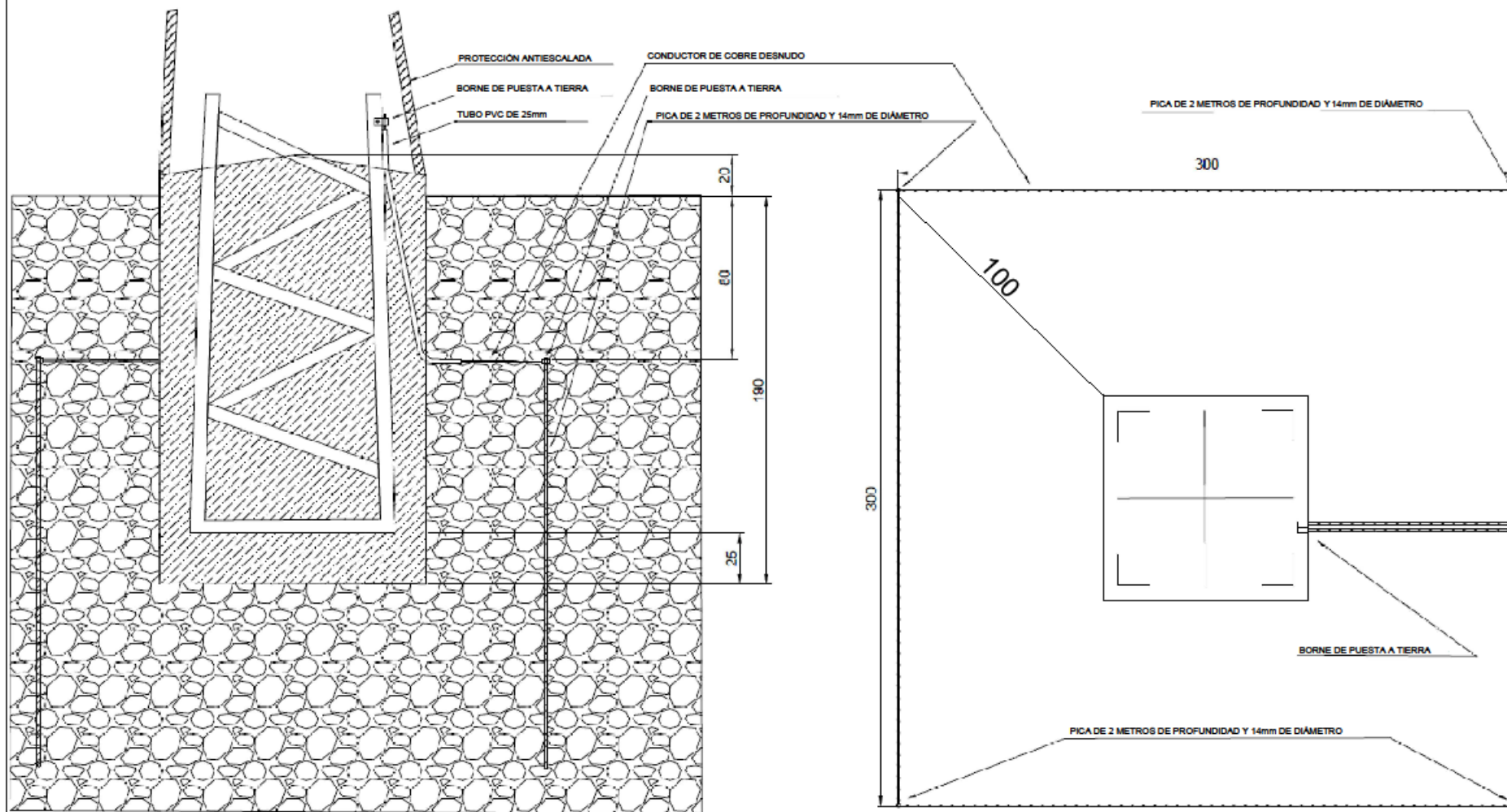
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

 UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	Proyecto: Diseño línea Agoreus 30kV con CT		Plano N° 5.2
	Plano: ZANJAS	Grupo:	22/10/2020
	ESCALA 1:10	Autor: David de las Heras Izquierdo	

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

### PUESTA A TIERRA DE APOYOS FRECUENTADOS



Puesta a Tierra de los apoyos

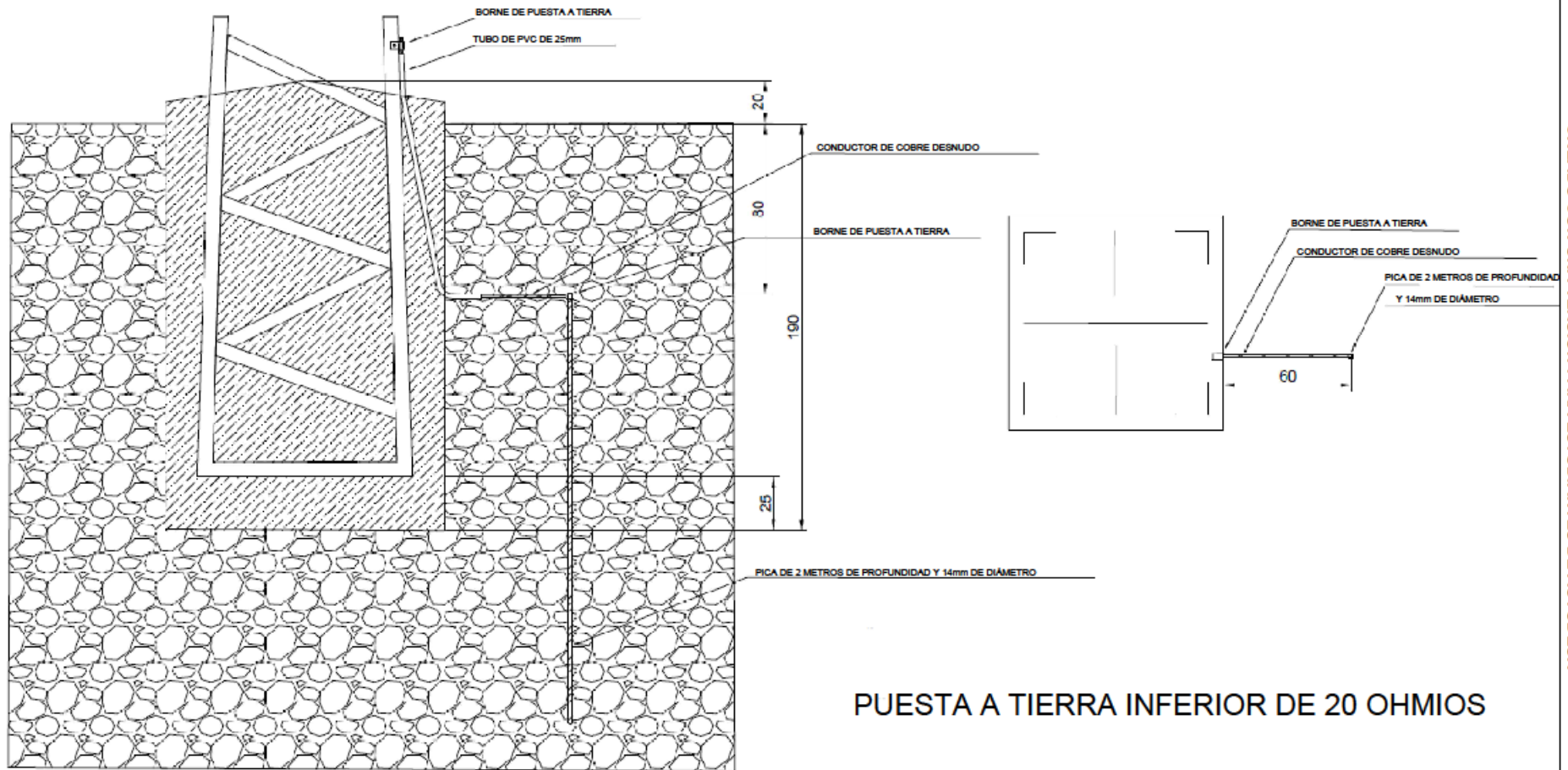


Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus		Plano Nº 6.1
Plano: Puesta a tierra de apoyos		Grupo:
ESCALA		20/8/2021
N/S	Autor: David de las Heras Izquierdo	

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK


## PUESTA A TIERRA DE APOYOS NO FRECUENTADOS

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

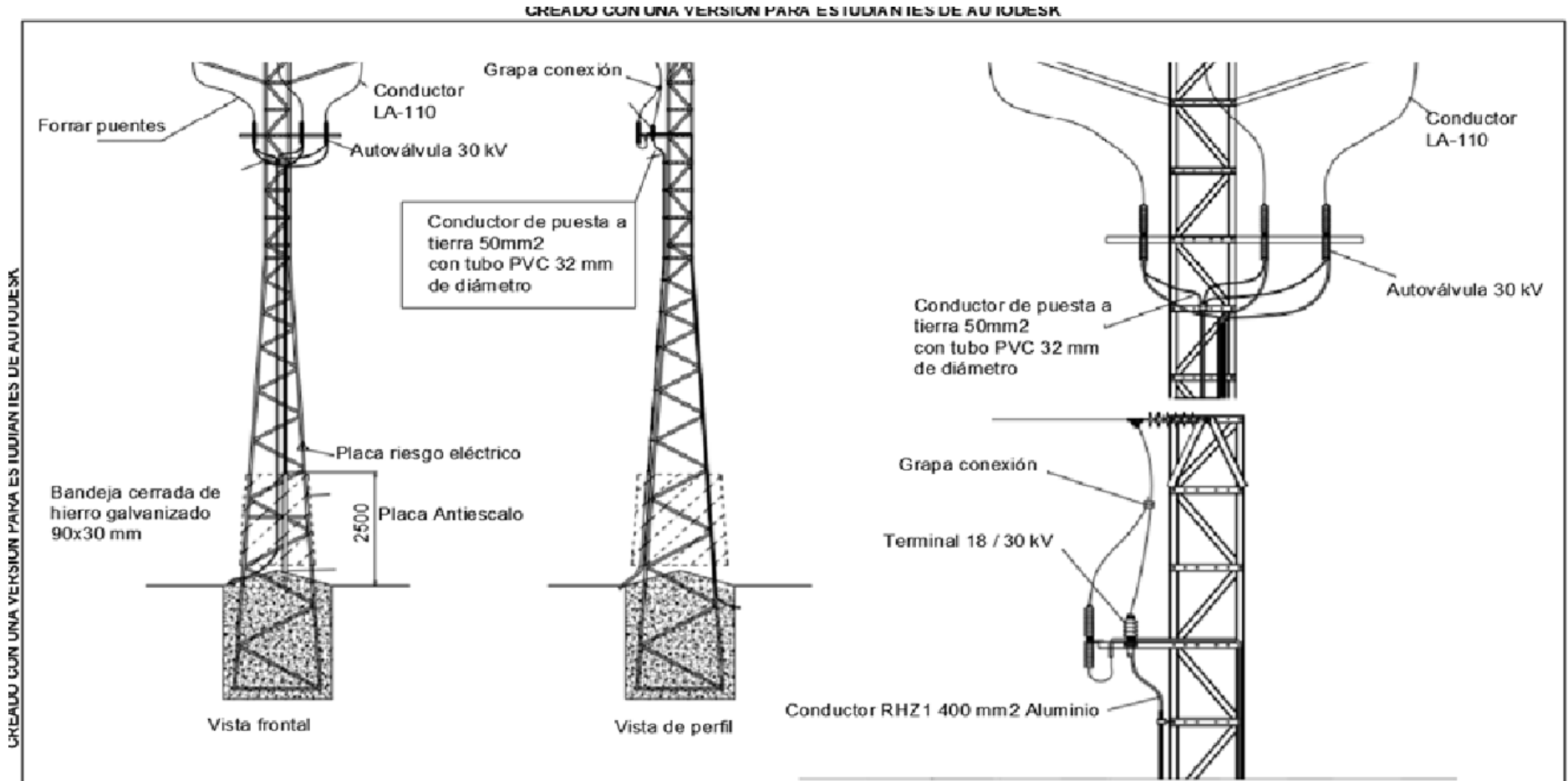


CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

## PUESTA A TIERRA INFERIOR DE 20 OHMIOS

 UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	Proyecto: Diseño línea Agroreus 30kV con CT		Plano Nº 6.2
	Plano: PUESTA A TIERRA DE APOYOS		Grupo: 22/10/2020
	ESCALA 1:20	Autor: David de las Heras Izquierdo	

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

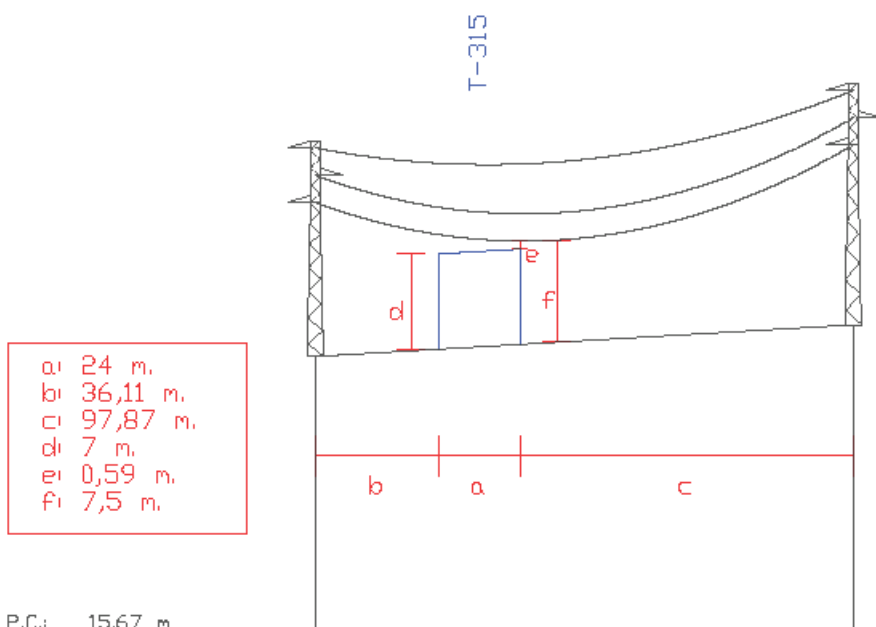


APOYO 48  
 FINAL DE LÍNEA AÉREA  
 COMIENZO LÍNEA SUBTERRÁNEA  
 41°09'39.6"N 1°04'09.8"E



Proyecto: Diseño línea Agroreus 30kV con CT	
Plano: CONVERSIÓN AEREO-SUBTERRÁNEA	Plano N° 7.1
ESCALA	Grupo:
S/N	Autor: David de las Heras Izquierdo
	20/10/2020

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



- a: 24 m.
- b: 36,11 m.
- c: 97,87 m.
- d: 7 m.
- e: 0,59 m.
- f: 7,5 m.

P.C.: 15.67 m

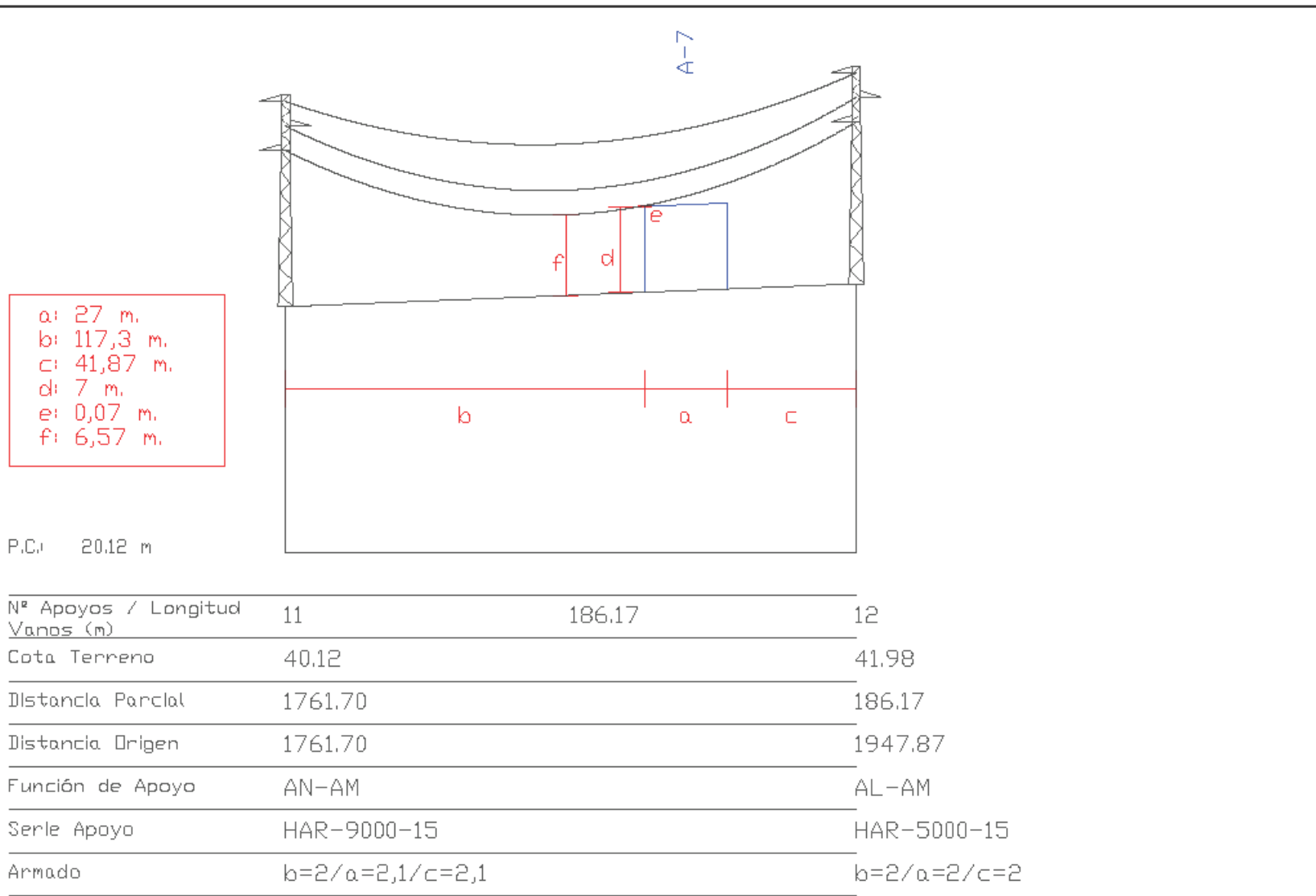
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	3	157.98	4
Cota Terreno	35.67		38.00
Distancia Parcial	317.02		157.98
Distancia Origen	317.02		475.00
Función de Apoyo	AL-AM		AN-AM
Serie Apoya	HAR-5000-13		HAR-5000-15
Armado	b=2/a=2/c=2		b=2/a=2/c=2

CRUZAMIENTOS




Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus		Plano Nº 8.1	
Plano: CRUZAMIENTOS		Grupo:	20/6/2021
ESCALA H 4000 V 1000	Autor: David de las Heras Izquierdo		

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos

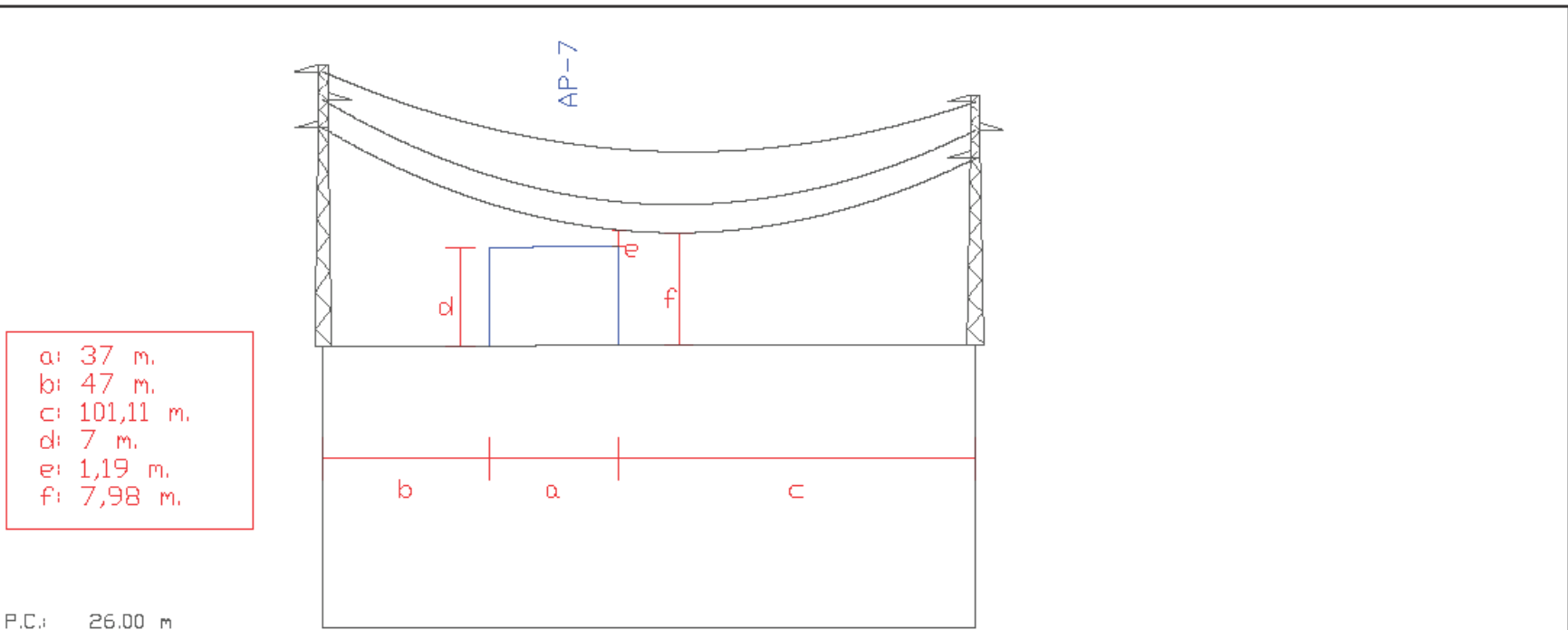


CRUZAMIENTOS

 UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus	
	Plano: CRUZAMIENTOS	Plano Nº 8.2
	ESCALA H 4000 V 1000	Grupo: Autor: David de las Heras Izquierdo

20/6/2021

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
 Planos



- a: 37 m.
- b: 47 m.
- c: 101,11 m.
- d: 7 m.
- e: 1,19 m.
- f: 7,98 m.

P.C.: 26.00 m

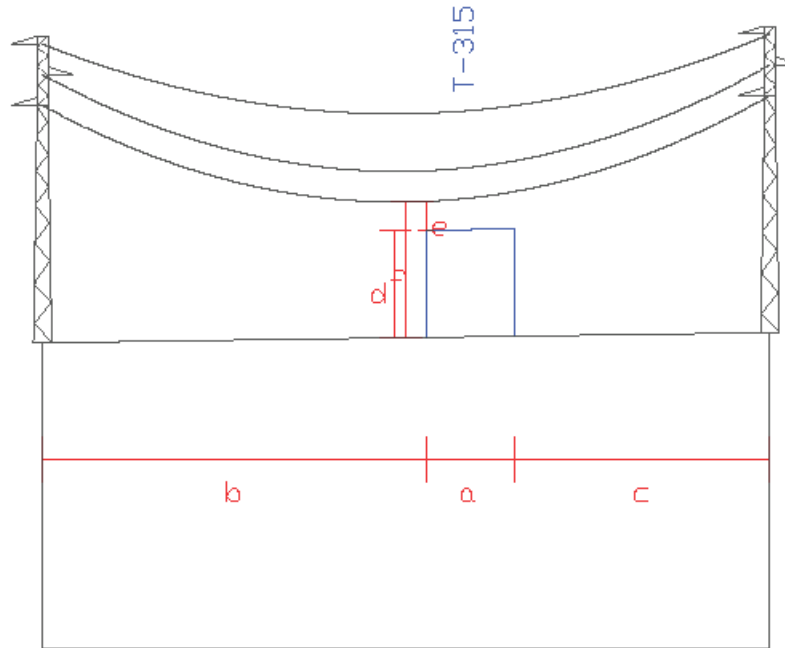
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	14	185.11	15
Cota Terreno	46.00		46.15
Distancia Parcial	2200.00		185.11
Distancia Origen	2200.00		2385.11
Función de Apoyo	AL-AM		AL-AM
Serie Apoyo	HAR-5000-18		HAR-5000-15
Armado	b=2/a=2/c=2		b=2/a=2/c=2

CRUZAMIENTOS

 UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus	
	Plano: CRUZAMIENTOS	Plano Nº 8.3
	ESCALA H 4000 V 1000	Grupo: 20/6/2021 Autor: David de las Heras Izquierdo

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos

a: 23 m.  
b: 100,1 m.  
c: 66,89 m.  
d: 7 m.  
e: 1,88 m.  
f: 8,86 m.



P.C.: 31.67 m

Nº Apoyos / Longitud Venas (m)	23	189,99	24
Cota Terreno	51.67		52.33
Distancia Parcial	3792.55		189.99
Distancia Origen	3792.55		3982.54
Función de Apoyo	AL-AM		AL-AM
Serie Apoyo	HAR-5000-18		HAR-5000-18
Armado	$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$

CRUZAMIENTOS



Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus

Plano: CRUZAMIENTOS

Plano Nº 8.4

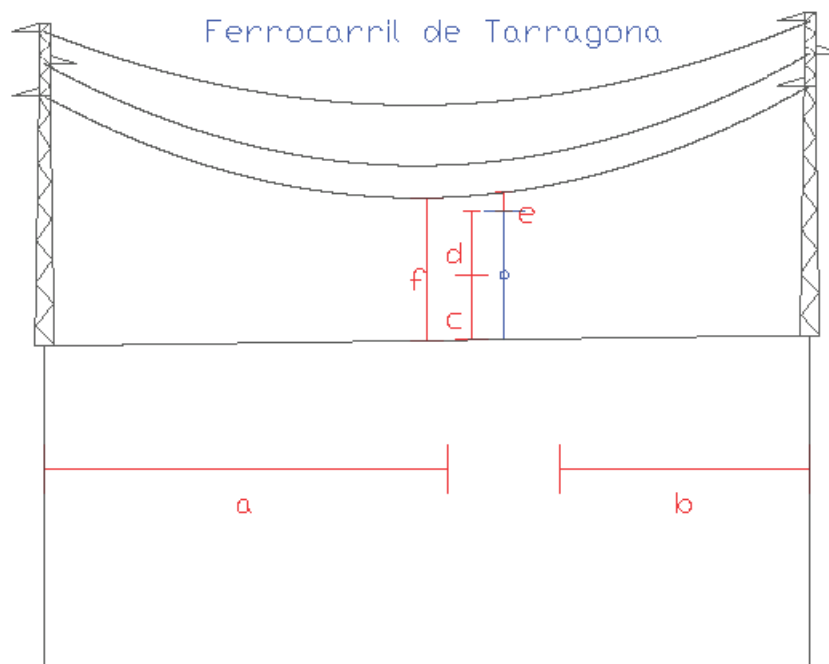
ESCALA  
H 4000  
V 1000

Grupo:

20/6/2021

Autor: David de las Heras Izquierdo

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



a: 114,1 m.  
b: 75,89 m.  
c: 4 m.  
d: 4 m.  
e: 1,12 m.  
f: 8,86 m.

P.C.: 31.67 m

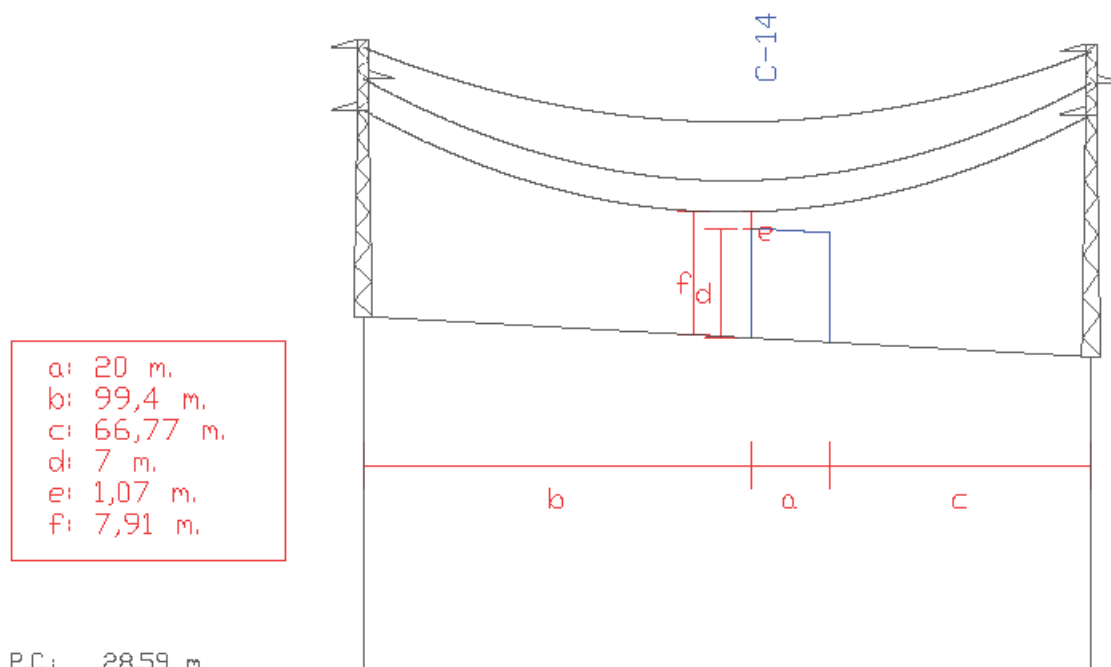
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	23	189,99	24
Cota Terreno	51.67		52.33
Distancia Parcial	3792.55		189.99
Distancia Origen	3792.55		3982.54
Función de Apoyo	AL-AM		AL-AM
Serie Apoyo	HAR-5000-18		HAR-5000-18
Armado	$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$

CRUZAMIENTOS



Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus		Plano Nº 8.5	
Plano: CRUZAMIENTOS		Grupo:	
ESCALA H 4000 V 1000	Autor: David de las Heras Izquierdo		20/6/2021

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	38	186.17	39
Cota Terreno	51.17		48.59
Distancia Parcial	6576.60		186.17
Distancia Origen	6576.60		6762.77
Función de Apoyo	AL-AM		AL-AM
Serie Apoyo	HAR-5000-15		HAR-5000-18
Armado	$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$

CRUZAMIENTOS



Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus

Plano: CRUZAMIENTOS

Plano Nº 8.6

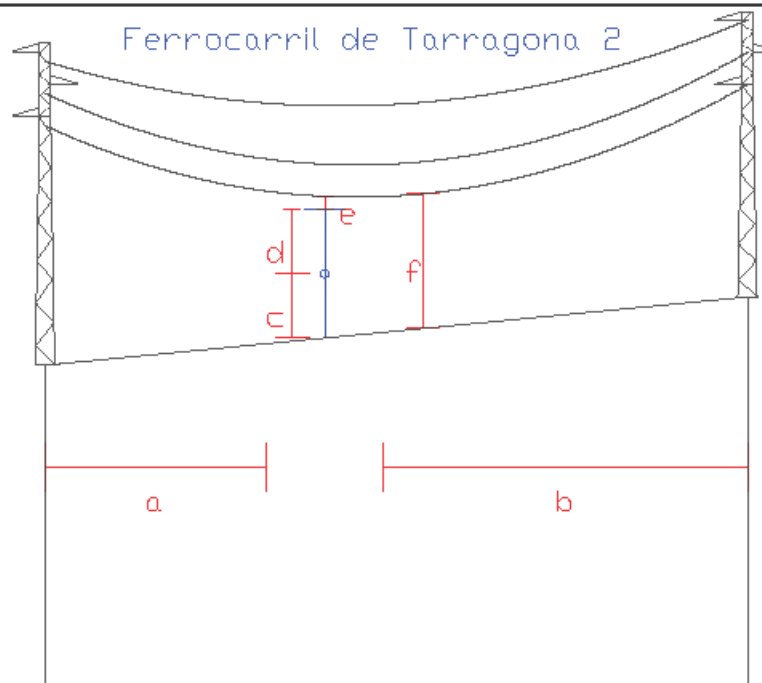
ESCALA  
H 4000  
V 1000

Grupo:

20/6/2021

Autor: David de las Heras Izquierdo

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



a: 69,54 m.  
b: 105,06 m.  
c: 4 m.  
d: 4 m.  
e: 0,8 m.  
f: 8,36 m.

P.C.: 34.89 m

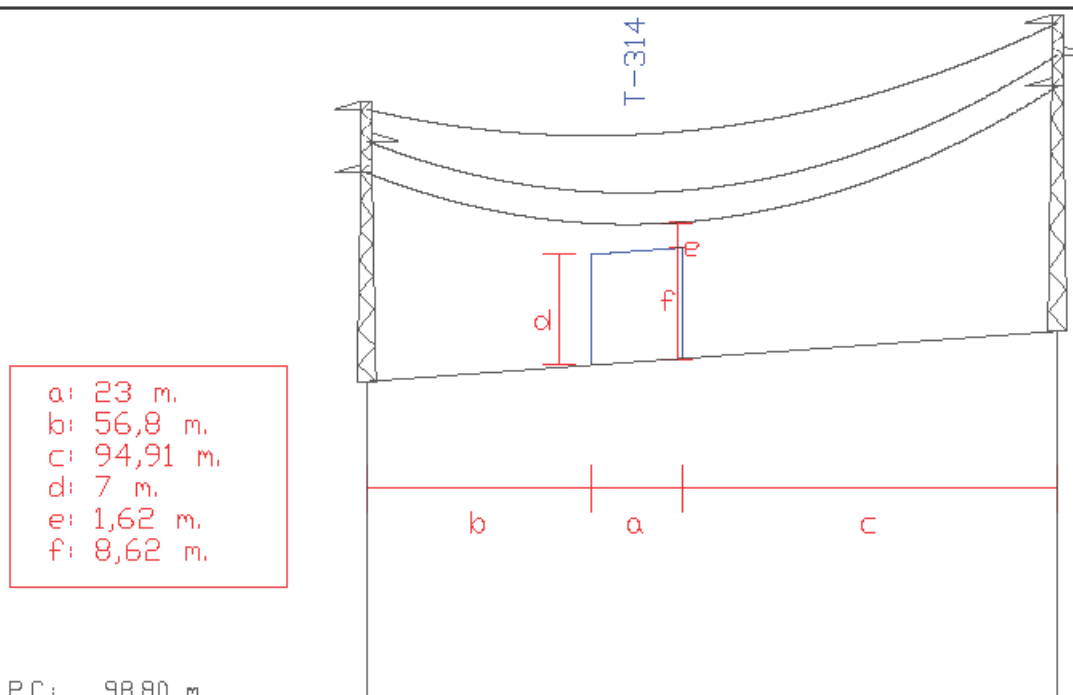
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	42	174,60	43
Cota Terreno	54,89		59,13
Distancia Parcial	7315,96		174,60
Distancia Origen	7315,96		7490,56
Función de Apoya	AL-SU		AL-ANC
Serie Apoya	HAR-5000-18		HAR-5000-15
Armado	$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$

CRUZAMIENTOS



Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus		Plano Nº 8.7	
Plano: CRUZAMIENTOS		Grupo:	20/6/2021
ESCALA H 4000 V 1000	Autor: David de las Heras Izquierdo		

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



P.C.: 98.80 m

Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	71	174.71	72
Cota Terreno	118.80		121.98
Distancia Parcial	12659.20		174.71
Distancia Origen	12659.20		12833.91
Función de Apoyo	AL-AM		AL-AM
Serie Apaya	HAR-5000-15		HAR-5000-18
Armado	$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$

CRUZAMIENTOS



Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus

Plano: CRUZAMIENTOS

Plano Nº 8.8

ESCALA  
H 4000  
V 1000

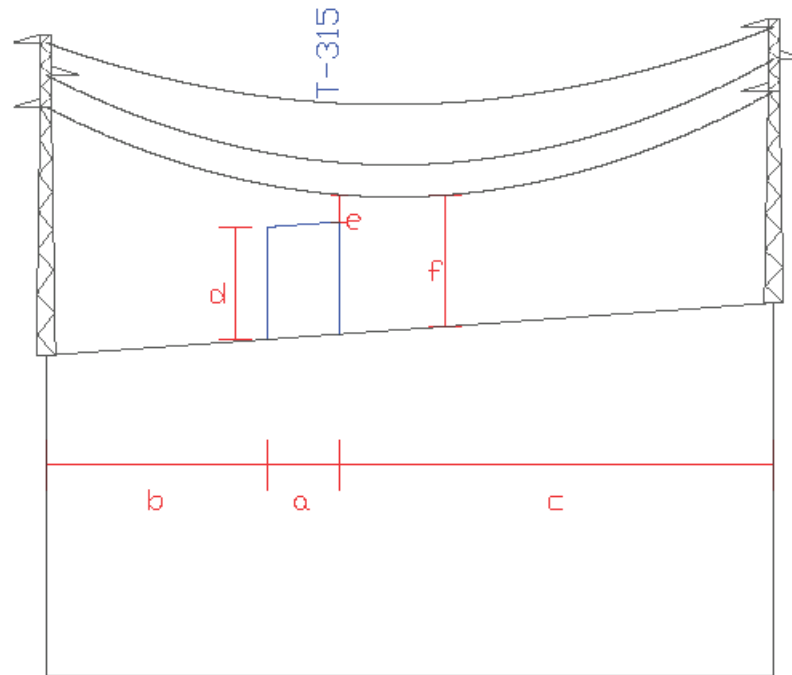
Grupo:

20/6/2021

Autor: David de las Heras Izquierdo

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos

a: 18 m.  
b: 55,17 m.  
c: 108,44 m.  
d: 7 m.  
e: 1,7 m.  
f: 8,2 m.



P.C.: 108.51 m

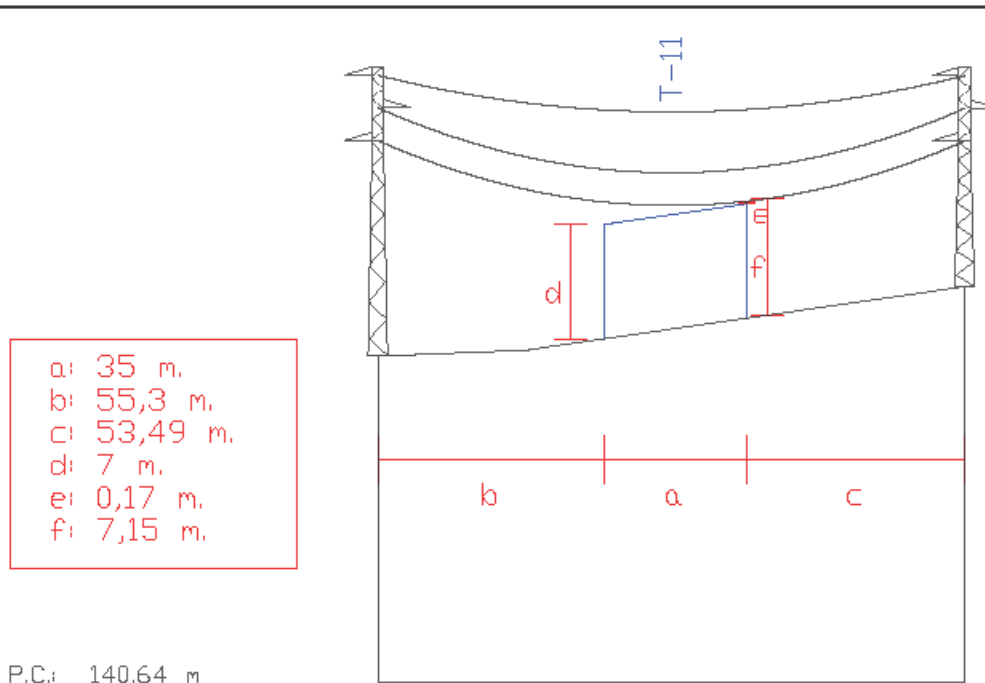
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	74	181.61	75
Cota Terreno	128.51		131.78
Distancia Parcial	13194.83		181.61
Distancia Origen	13194.83		13376.44
Función de Apoyo	AL-AM		AL-AM
Serie Apoyo	HAR-5000-18		HAR-5000-15
Armado	b=2/a=2/c=2		b=2/a=2/c=2

CRUZAMIENTOS



Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus		Plano Nº 8.9	
Plano: CRUZAMIENTOS		Grupo:	20/6/2021
ESCALA H 4000 V 1000	Autor: David de las Heras Izquierdo		

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos



P.C.: 140.64 m

Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	88	143.79	89
Cota Terreno	160.64		164.89
Distancia Parcial	15563.70		143.79
Distancia Origen	15563.70		15707.49
Función de Apoyo	AL-AM		AL-ANC
Serie Apoyo	HAR-5000-15		HAR-5000-11
Armado	$b=2/a=2/c=2$		$b=2/a=2/c=2$

CRUZAMIENTOS



Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agroreus

Plano: CRUZAMIENTOS

Plano Nº 8.10

ESCALA  
H 4000  
V 1000

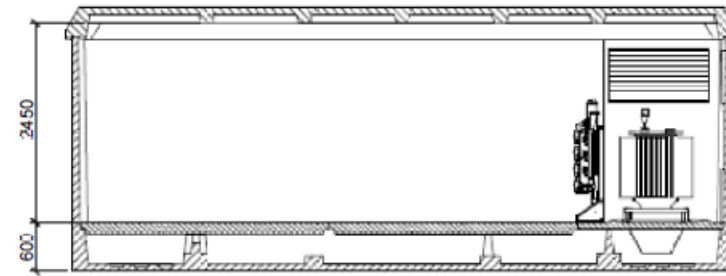
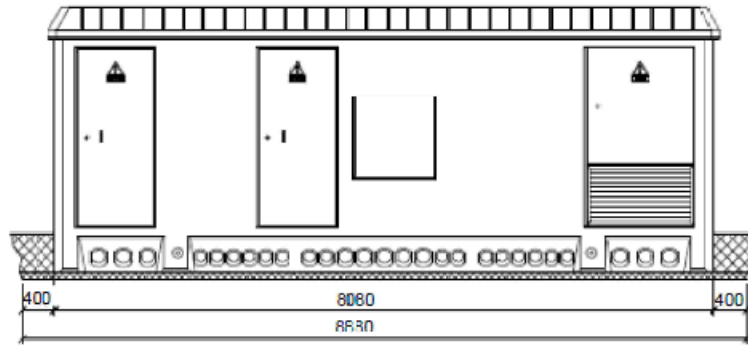
Grupo:

20/6/2021

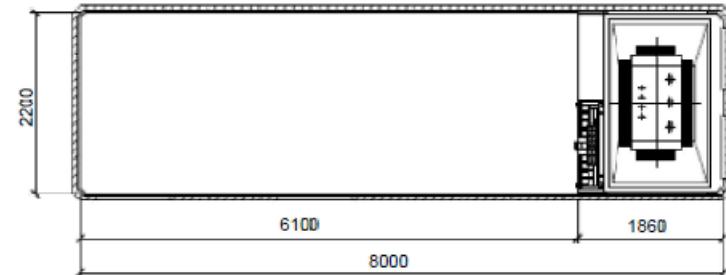
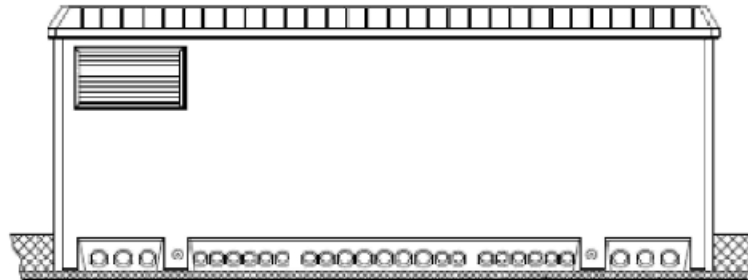
Autor: David de las Heras Izquierdo

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

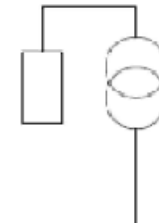
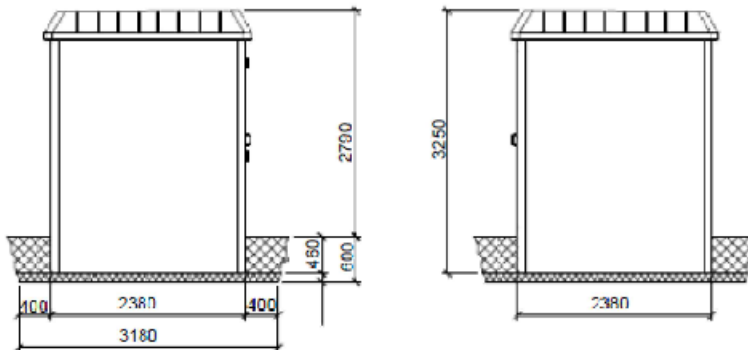
VISTA FRONTAL




VISTA TRASERA



VISTAS LATERALES



**EXCAVACIÓN**  
8,88m(largo) x 3,18m(ancho) x 0,60m (profundidad)

 UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	Proyecto: Diseño línea Agroreus 20kV con CT		Plano N° 9.1
	Plano: C.T. PREFABRICADO	Grupo:	22/10/2020
	ESCALA 1:60	Autor: David de las Heras Izquierdo	

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

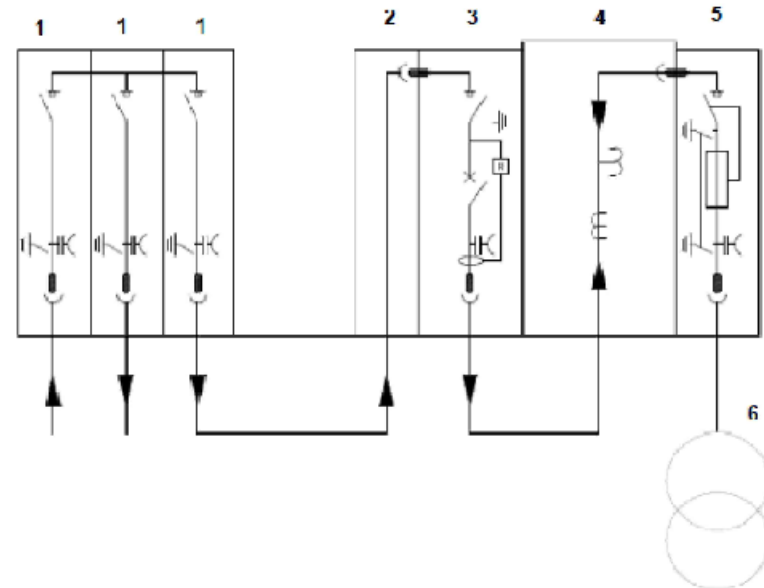
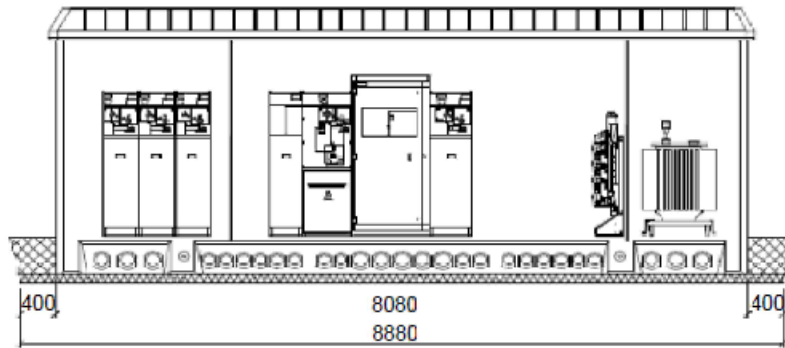
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Planos

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK


VISTA FRONTAL



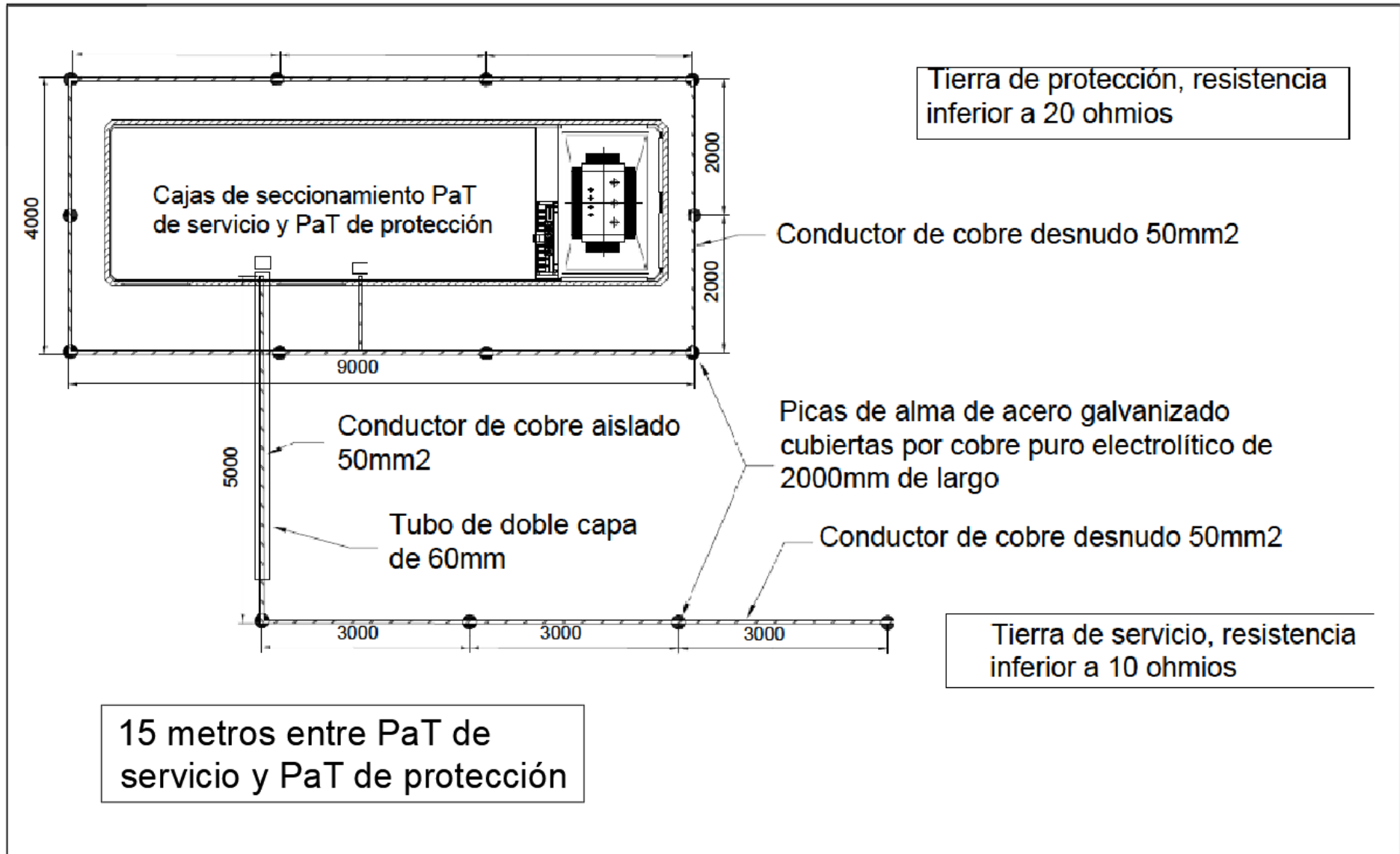
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

- 1 Celda de línea modular compacta  
Tipo CMG.3 IEC 36 kV, 630 A - 25 kA (1-3 s), ORMAZABAL, año 2020
- 2 Celda de remonte  
Tipo CMR, ORMAZABAL, año 2020
- 3 Celda de protección con Interruptor General Automático  
Tipo ekor.rpa , 36kV , 630 A-25kA (1-3s), ORMAZABAL año 2020
- 4 Celda de medida  
Tipo CMM , 36kV , 630A, ORMAZABAL, año 2020
- 5 Celda de protección con fusibles  
Tipo CMPF , 36kV , 630A, ORMAZABAL, año 2020
- 6 Transformador de potencia  
Tipo aceite, 1000kVA, PROMELSA, año 2020

 UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	Proyecto: Diseño línea Agroreus 30kV con CT	Plano Nº 9.2
	Plano: <b>C.T. PREFABRICADO</b>	Grupo: 22/10/2020
ESCALA 1:60	Autor: David de las Heras Izquierdo	

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



Puestas a tierra CT prefabricado



Proyecto: Proyecto línea 25 kV Agoreus		Plano N° 9.3	
Plano: CT Prefabricado		Grupo:	
ESCALA	N/S	20/6/2021	
Autor: David de las Heras Izquierdo			



## **Presupuesto**

Autor: David de las Heras Izquierdo

Director: Lluís Massagués Vidal

Fecha: Octubre 2020

## 5 Presupuesto

### 5.1 Mediciones

#### 5.1.1 Zanjas c\_01

DMF010	$m^3$	Demolición del pavimento asfáltico	$114m^3$
--------	-------	------------------------------------	----------

Demolición del pavimento de unos 20 cm de grosor. Mediante retroexcavador. El precio no incluye la demolición de la base del apoyo.

ADE010	$m^3$	Excavación de zanjas	$143.83 m^3$
--------	-------	----------------------	--------------

Excavación de zanjas para la instalación de profundidad de hasta 1,4 metros, de tierra semidura, con medios mecánicos. EL precio no incluye el transporte de los materiales excavados.

ADE011	$m^3$	Relleno de zanjas	$114m^3$
--------	-------	-------------------	----------

Relleno principal para las instalaciones de zanjas de arena fina, compactación en tandas sucesivas de 20 cm de espesor, hasta llegar a una densidad seca inferior al 90% de la máxima obtenida por el ensayo de Proctor Modificado, realizado según UNE 103501.

GTA020	$m^3$	Transporte de tierras con camión	$65 m^3$
--------	-------	----------------------------------	----------

Transporte de tierras con camión de productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno hacia un vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a obra. El precio no incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, viaje de ida, la descarga, y el viaje de obra. No incluye la carga en la obra.

#### 5.1.2 Cimentaciones apoyos c\_02

ADE010	$m^3$	Excavación de zanjas y pozos	$263,89 m^3$
--------	-------	------------------------------	--------------

Excavación de pozos para las cimentaciones de una profundidad de hasta 3,5 metros, en tierra semidura, con medios mecánicos. El precio no incluye transporte del material excavado.

GTA020	$m^3$	Transporte de tierras con camión	263,89 $m^3$
--------	-------	----------------------------------	--------------

Transporte de tierras con camión de productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno hacia un vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a obra. El precio no incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, viaje de ida, la descarga, y el viaje de obra. No incluye la carga en la obra.

CHA010	$kg$	Acero para hormigón	1974,65kg
--------	------	---------------------	-----------

Acero UNE-EN 1008 B 500 S para la elaboración de la chatarra en taller de obra y montaje de pilón. Incluidos separadores y alambre para atar.

GTA020	$m^3$	Pozo de la cimentación de hormigón	288,56 $m^3$
--------	-------	------------------------------------	--------------

Relleno de las cimentaciones de hormigón HM-15/P/40

### **5.1.3 Puesta a tierra de los apoyos c\_03**

IEP021	$U$	Puesta a tierra con pica	131
--------	-----	--------------------------	-----

Puesta a tierra de picas de alma de acero galvanizado, con el exterior cubierto de cobre puro electrolítico de 2m, el precio no incluye la excavación ni el relleno.

IEP010	$U$	Red de conexión a tierra estructura	90
--------	-----	-------------------------------------	----

Puesta a tierra por la estructura metálica de los apoyos

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Presupuesto

IEP075	U	Auditoria de puesta a tierra apoyos	90
--------	---	-------------------------------------	----

Verificación de que las puestas a tierra contienen los parámetros adecuados

IEP076	U	Auditoria de tensiones de paso y contacto de apoyo	90
--------	---	--	----

Comprobación y verificación del valor de paso y contacto de un soporte metálico.

**5.1.4 Colocación de apoyos c\_04**

IEP025	U	Montaje e izado de apoyo metálico	1
--------	---	-----------------------------------	---

Apoyo final de la línea tipo AG-9000-16 con armado S2120 de 2401 kg, de 16 metros.

IEP025	U	Montaje e izado de apoyo metálico	2
--------	---	-----------------------------------	---

Apoyo MI-1500-24, con armado S1120 y de 1482 kg, de 22,28 metros

IEP025	U	Montaje e izado de apoyo metálico	20
--------	---	-----------------------------------	----

Apoyos tipo HAR-3000 con armado S1230 y de 1212 kg, con una altura de 19metros

IEP025	U	Montaje e izado de apoyo metálico	19
--------	---	-----------------------------------	----

Apoyos tipo HAR-7000 con armado S1230 y de 1072 kg, con una altura de 17metros

IEP025	U	Montaje e izado de apoyo metálico	41
--------	---	-----------------------------------	----

Apoyo tipo HAR-5000 con armado S1230 y de 963 kg, con una altura de 15 metros.

IEP025	U	Montaje e izado de apoyo metálico	4
--------	---	-----------------------------------	---

Apoyos tipo C-2000-18 con armado S1230 y de 963 kg, con una altura de 13metros

IEP025	U	Montaje e izado de apoyo metálico	5
--------	---	-----------------------------------	---

Apoyos tipo C-2000-16 con armado S1230 y de 718 kg, con una altura de 11metros

IEP025	U	Montaje e izado de apoyo metálico	1
--------	---	-----------------------------------	---

Apoyo tipo AG-9000-10, con armado S1120, de 1616 kg y una altura útil de 10 metros, para final de línea.

#### 5.1.5 Instalación del cable aislado c\_06

IEP031	m	Conductor en zanja	288, 67
--------	---	--------------------	---------

Instalación de conductor aislado de MT 30 kV en zanja, tipo RHZ1 3x1x400 AL 18/30kV, protección XLPE, con pantalla de 25mm<sup>2</sup>. Se tapaná la parte superior con una bandeja y se evitará que, entre agua, puesta a tierra con pararrayos.

#### 5.1.6 Instalación cable aéreo c\_06

IEP035	m	Extendido de conductor aéreo	15766
--------	---	------------------------------	-------

Instalación de conductor aéreo LA-110 (147-AL1/34-ST1A), con una sección de 116,0 m<sup>2</sup> de aluminio y acero.

#### 5.1.7 Conversión c\_07

IEP037	U	Extendido de conductor aéreo	1
--------	---	------------------------------	---

Conversión aéreo-subterránea de MT 30kV, formado por un juego de pararrayos y auto válvulas de 27kV, 3 terminales exteriores de intemperie por cable de 18/30kV, bandeja de galvanizado de 200x150mm para la protección mecánica de los conductores. Se tapaná la

entrada superior para evitar el acceso del agua, puesta a tierra del pararrayos y las pantallas de cables.

### 5.1.8 Centro de transformación c\_08

IUC040	U	Centro de transformación prefabricado	1
--------	---	---------------------------------------	---

Centro de transformación prefabricado, modular de hormigón armado, de 1511x1775x10850mm, apto para un transformador, apareje necesario para la compañía y cliente. Incluye transporte y descarga.

IUC045	U	Transformador bañado en aceite	1
--------	---	--------------------------------	---

Transformador trifásico De 1000 KVA de potencia, aceite de inmersión de compacto, con una tensión de 30kV, con una tensión de 30kV en el primario y una tensión de 420V de tensión en el vacío, a una frecuencia de 50 Hz, y un grupo de conexión Dyn11.

IUC050	U	Celda modular de línea	1
--------	---	------------------------	---

Celda de línea de 30kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 365x635x1740mm, con aislamiento integral SF6, formado por un cuerpo metálico embarrado de cobre e interruptor- seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones, conectado, seccionado y de puesta a tierra

IUC055	U	Celda modular de remonte	1
--------	---	--------------------------	---

Celda de remonte de 30 kV de tensión asignada, 365x735x1740mm, formada por un cuerpo metálico embarrado en cobre.

IUC060	U	Celda modular de protección automática	1
--------	---	--	---

Celda de protección con interruptor automático. De 30kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 480x845x1740mm, con aislamiento integral SF6, formado por cuerpo

metálico, embarrado de cobre e interruptor-seccionador de 3 posiciones, conectado, seccionado o puesta a tierra.

IUC065	U	Celda modular de medida	1
--------	---	-------------------------	---

Celda de medida, de 30 kV de tensión asignada, 1025x800x1740mm, formada por cuerpo metálico y embarrado de cobre, con el transformador de medida.

IUC070	U	Celda modular de rupto-fusible	1
--------	---	--------------------------------	---

Celda de protección con fusible, de 30kV de tensión asignada, 400 A de intensidad nominal 470x735x1740, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre, e interruptor seccionador de 3 posiciones, conectado, seccionado y de puesta a tierra.

IUC075	U	Cuadro de baja tensión general	1
--------	---	--------------------------------	---

Cuadro de baja tensión con seccionamiento en cabezal mediante platinas, de 4 salidas con base portafusible vertical tripolar desconectable con carga.

## 5.2 Presupuesto

### 5.2.1 Zanjas c\_01

#### DMF010 m<sup>2</sup> Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico

Demolición del pavimento aglomerado asfáltico de 20cm de ancho de media, mediante retroexcavadora. El precio no incluye la demolición de la base.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
1		Equipo y maquinaria			
mq01exn050c	h	Retroexcavadora sobre neumáticos con martillo	23	66,28	1524,44

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Presupuesto

mq01ret010	h	Retrocargador neumáticos sobre	23	41,76	960
				Subtotal equipo y maquinaria	2484,44
2		Mano de obra			
mo087	h	Ayudante construcción de obra civil	20	21,75	435
				Subtotal mano de obra	435
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,00	2919,44	58,38
				Costes directos (1+2+3)	2977,38

**ADE010                      m<sup>3</sup>                      Excavación                      de                      zanjas**

Excavación de zanjas para instalaciones de hasta profundidad de 1,5 metros, en tierra semidura, con medios mecánicos. Incluso cabezales horizontales y estampadores de madera para el apuntalamiento, con tal de conseguir una protección del 20%. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt10emt010	m <sup>3</sup>	Madera de pino para apuntalamientos	0,5	225,00	112,5
Mt10emt020	m <sup>3</sup>	Codales de madera de 10cm de ancho y 2 m de longitud, para apuntalamientos y excavaciones	0,3	202,74	60,82

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Presupuesto

Mt10var060	Kg	Puntas de acero 20x100mm	0,4	7,00	2,8
			<hr/>		
			Subtotal material		176,12
2		Equipo y maquinaria			
Mq01ext02b	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos	28	48,54	1,359.12
			<hr/>		
			Subtotal equipo y maquinaria		1,359.12
3		Mano de obra			
mu110	h	Peón de construcción	30,00	20,46	613.8
			<hr/>		
			Subtotal mano de obra		613.8
4		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,00	2148	42,97
			<hr/>		
			Costes directos		2192,97
					(1+2+3+4)

**ADR0120 m<sup>3</sup> Rellenos de zanjas de instalación**

Relleno principal para las zanjas, con arena fina de hasta 5mm de diámetro, compactación en tandas de 20cm de espesor máximo, hasta llegar a una densidad seca no inferior al 90% de la máxima obtenida en el ensayo de Proctor realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
--------	--------	-------------	----------	-----------------	---------

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Presupuesto

1		Materiales			
mt10var010	m	Cinta plastificada	230	0,14	32,2
Mt1var020	t	Tierra fina para zanjas	7,4	38,95	288,23
					Subtotal material
					320,43
2		Equipo y maquinaria			
Mq01ext02b	h	Dámper de descarga frontal	12,00	9,2	110,4
Mq01ext04b	h	Pico vibrante guiado manual	12	3,50	42
Mq01ext06b	h	Camión cisterna	10,00	40	400
					Subtotal equipo y maquinaria
					552,4
3		Mano de obra			
mo110	h	Peón de construcción	38,00	20,46	775,2
					Subtotal mano de obra
					775,2
4		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,00	1647,8	32,94
					Costes directos
					1680,54
					(1+2+3+4)

### **GTA120 m<sup>3</sup> Transporte de tierra con camión**

Transporte de las tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno a un vertedero o variante de este que esté a una distancia máxima de 10 km. El precio incluye el tiempo de espera durante las operaciones de carga, viaje, descarga, y vuelta, pero no incluye la carga en obra.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
1		Equipo y maquinaria			
mq01exn050c	h	Camión basculante de carga	10,00	40,17	401,7
			Subtotal equipo y maquinaria		401,7
2		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,00	401,7	8,03
			Costes directos (1+2)		410

### 5.2.2 Cimentaciones de los apoyos c\_02

#### ADE01 m<sup>3</sup> Excavación de zanjas y pozos

Excavación de pozos para cimentaciones de una profundidad de hasta 3 metros, en tierra semidura, con medios mecánicos y carga de camión. El precio no incluye el transporte de materiales excavados.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
1		Equipo y maquinaria			
mq01exn050c	h	Retroexcavadora hidráulica	24	48,54	1164,96
			Subtotal equipo y maquinaria		1164,96
2		Mano de obra			

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Presupuesto

Mo187	h	Peón de construcción	26	20,46	531,96	
					Subtotal mano de obra	531,96
3		Costes directos complementarios				
	%	Costes directos complementarios	2,00	1696,92	33,93	
					Costes directos	1729,93
					(1+2+3)	

**ADE02 m<sup>3</sup> Transporte de tierras con camión**

Transporte de las tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno a un vertedero o variante de este que esté a una distancia máxima de 10 km. El precio incluye el tiempo de espera durante las operaciones de carga, viaje, descarga, y vuelta, pero no incluye la carga en obra.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe	
1		Equipo y maquinaria				
mq01exn050c	h	Camión basculante de carga	10,00	40,17	401,7	
					Subtotal equipo y maquinaria	401,7
2		Costes directos complementarios				
	%	Costes directos complementarios	2,00	401,7	8,03	
					Costes directos	409,73
					(1+2)	

**ACH10 kg Acero para hormigón**

Acero UNE-EN 10080 B 500 S para la elaboración de chatarra en taller de obra y montaje en el momento. Incluso alambres para atar y separadores.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
Mtt1var100	U	Separador homologado de plástico para armaduras de pilones de varios diámetros	110	0,09	9,9
Mtt1var150	kg	Acero UNE EN 1008 B 500 S, suministrado en barras sin elaborar, de diámetros varios	1100	0,62	682
Mtt1var200	Kg	Alambres galvanizados para ligaduras	90	1,10	99
Subtotal material					790,9
2		Mano de obra			
Mo200	h	Oficial 1ª ferrallista	50	24,50	1225
Mo250	h	Ayudante ferralla	50	21,75	1075
Subtotal mano de obra					2300
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,00	3090.9	61,81
Costes directos					3152,71
(1+2+3+)					

**MPA10 m<sup>3</sup> Pozos de cimentación de hormigón**

Pozos de cimentación de hormigón, realizado con hormigón HM-15/P/40/I fabricado en central y depositado desde camión.

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Presupuesto

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
Mt90tyf100	m <sup>3</sup>	Hormigón HM-15/P/40/I	290	63,00	18270
Subtotal material					18270
2		Mano de obra			
Mo200	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra de hormigón	50	24,50	1225
Mo250	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra de hormigón	50	21,75	1075
Mo000	h	Peón ordinario de construcción	50	20,46	1023
Subtotal mano de obra					3323
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,00	21593	431,86
Costes directos					28631,02
(1+2+3)					

**5.2.3 Puesta a tierra de los apoyos c\_03**

**PTA010 U Puesta a tierra con pica**

Puesta a tierra con picas de alma de acero galvanizado, con el exterior cubierto de cobre puro electrolítico de 2 metros de longitud. El precio no incluye la excavación ni el relleno de las extracciones.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
--------	--------	-------------	----------	-----------------	---------

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Presupuesto

1		Materiales				
Et50jaf100	U	Electrodo para la red de puesta a tierra, hecho de acero de 15mm de diámetro y 2 m de longitud	98	18,00	1764	
Et50jaf200	m	Conductor de cobre desnudo, de 50mm <sup>2</sup>	300	2,81	843	
Et50jaf300	U	Grapa abrazadora para conexión de pica	98	1	98	
Et50jaf200	U	Saco de 5kg de sales minerales para la mejora de la conductividad de puesta a tierra	25	3,50	87,5	
					Subtotal material	2792,5
2		Mano de obra				
Mo500	h	Oficial 1ª electricista	50	25,50	1275	
Mo600	h	Ayudante electricista	50	21,75	1075	
Mo000	h	Peón ordinario de construcción	50	20,46	1023	
					Subtotal mano de obra	3373
3		Costes directos complementarios				
	%	Costes directos complementarios	2,00	6165	123,31	
					Costes directos	6288,31
					(1+2+3)	

**PTA100 U Red de conexión a tierra por estructura**

Conexión a tierra a través de la estructura metálica de los apoyos.

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Presupuesto

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
Et50jaf300	U	Grapa abrazadora de la conexión de pica	48	1	48
Et50jaf400	U	Material auxiliar para instalaciones de puesta a tierra	48	1,15	56,35
Subtotal material					105,35
2		Mano de obra			
Mo005	h	Oficial 1ª electricista	21	25,50	535,5
Mo600	h	Ayudante electricista	21	21,75	451,5
Subtotal mano de obra					987
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,00	1092,35	21,8
Costes directos (1+2+3)					1114,19

**PTA200 U Auditoria de la puesta a tierra de los apoyos**

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
Et50jaf400	U	Telurómetro	5,6	59	330,4
Et50jaf500	U	Realización de informe técnico	7	160	1120
Subtotal material					1450,4

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Presupuesto

2		Mano de obra			
Mo005	h	Ingeniero técnico	20,00	35,00	700
					Subtotal mano de obra
					700
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,00	2150,4	43
					Costes directos
					12461,81
					(1+2+3)

#### 5.2.4 Instalación de apoyos c\_04

##### PTA256 U Montaje e izado de apoyos metálicos

Colocación de los apoyos metálicos, incluye izado y mecanización de los armados.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
AMT10	U	Apoyo AG-9000-16, con armado S2120, inicio de línea	1	4802	4802
AMT10	U	Apoyo AG-9000-16, con armado S2120, fin de línea	1	3232	3232
AMT18	U	Apoyo C-2000-18, con armado S1230	4	1694	6776
AMT16	U	Apoyo C-2000-16, con armado S1230	5	1436	7180
AMT22	U	Apoyo C-2000-22, con armado S1230	3	2144	6432
AMT24	U	Apoyo C-2000-24	1	2424	2424

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Presupuesto

AMT20		Apoyo C-2000-20, con armado S1230	31	1926	59706
MTI24	U	Apoyo MI-1500-24, con armado S1120	2	2964	5928
Mf40ttw10	U	Tubo corrugado doble capa de 32mm	60	1,15	69
			Subtotal material		96549
2		Mano de obra			
Mo001	h	Oficial 1ª electricista	100	25,32	2532
Mo600	h	Ayudante electricista	100	21,75	2175
Rt35zg45	h	Grúa telescópica	100	21,72	2172
			Subtotal mano de obra		6879
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,00	103428	2068,56
			Costes directos		13.714,48
			(1+2+3)		

### 5.2.5 Instalación del cable aislado c\_05

#### ALP05 U Extendido conductor en zanja

Instalación de conductor aislado MT 25kV en zanja

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
Xt40prt64y	U	Cable eléctrico unipolar, normalizado por ENDESA, de tipo	877	13,68	11997,36

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Presupuesto

		RH1 3x1x400 AL 18/30kV, equipado con pantalla de 25m <sup>2</sup> , y con protección XLPE, pantalla de cinta longitudinal de aluminio termo- soldada y adherida a la cubierta, reducida de emisiones de gases tóxicos, libre de alógenos, y nula en la emisión de gases corrosivos.			
Xt40prt100	U	Material auxiliar para la extendida del conductor	250	0,25	50
			<hr/>		
			Subtotal material		12047,36
2		Mano de obra			
Mo005	h	Oficial 1ª electricista	50	25,32	1266
Mo600	h	Ayudante electricista	50	21,75	1087,5
			<hr/>		
			Subtotal mano de obra		2353,5
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,00	14400,86	288
			<hr/>		
			Costes directos		14688,87
			(1+2+3)		

**5.2.6 Instalación cable aéreo c\_06**

**ALP05 U Extendido del conductor aéreo**

Instalación del conductor aéreo de MT LA-110 (147-AL1/34-ST1A)

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Presupuesto

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
Xt40prt100	U	Conductor LA-180 (147-AL1/34-ST1A). Formado por aluminio y acero.	9843,53	12,57	11997,36
Xt40prt200	U	Material auxiliar para la extendida del conductor	9843,53	0,5	50
Subtotal material					128654
2		Mano de obra			
Mo005	h	Oficial 1ª electricista	100	25,32	2532
Mo600	h	Ayudante electricista	100	21,75	2175
Mo600	h	Ayudante electricista	100	21,75	2175
Subtotal mano de obra					6882
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,00	134436	2710,72
Costes directos					178.290,74
(1+2+3)					

**5.2.7 Conversión c\_07**

**ALP50 U Conversión aéreo-subterránea**

Instalación de los sistemas de conversión aérea-subterránea 25kV.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
--------	--------	-------------	----------	-----------------	---------

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Presupuesto

1		Materiales			
AMS25	U	Conversión aéreo-subterránea en MT de 30kV, cuenta con un juego de pararrayos, autoválvulas de 36kV, 3 terminales exteriores de intemperie 18/30kV, bandeja de acero galvanizado de 200x150mm para la protección mecánica del conductor. Se obstruirá la parte superior con el objetivo de que entre agua en el sistema.	1	4500,00	4500,00
Xt40prt300	U	Material auxiliar para la extendida del conductor	300,00	1,15	450
Xt40prt400	U	Empalme con terminación en T, de 30kV y sección de cable de 300 a 400mm	1	5000,00	5,00
			Subtotal material		5180,00
2		Mano de obra			
Mo005	h	Oficial 1ª electricista	10	25,32	253,2
Mo600	h	Ayudante electricista	10	21,75	217,5
Mda020t	h	Grúa telescópica	5	41,80	253,2
			Subtotal mano de obra		723,9
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,00	5903,9	118,08
			Costes directos		6021,98

(1+2+3)

### 5.2.8 Centro de transformación c\_08

#### ICT020 U Centro de transformación prefabricado

Centro de transformación prefabricado, modular armado, apto para un transformador con disposición para compañía y cliente. Incluye transporte y descarga, viene montado.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
Mct020c	U	Centro de transformación prefabricado, modular de hormigón armado, apto para un transformador con disposición para compañía y cliente.	1,00	14125,05	14125,05
Subtotal material					14125,05
2		Mano de obra			
Mo025	h	Oficial 1ª construcción	17	18,69	317,73
Mo225	h	Ayudante construcción	17	17,90	204,3
Subtotal mano de obra					522,03
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,00	14647,08	292,94
Costes directos					14940,02
(1+2+3)					

#### ICT020 U Transformador de 1000KVA

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Presupuesto

Transformador trifásico bañado en aceite, de 1000kVA de potencia, a una tensión asignada de 30kV, así mismo, 30kV en el devanado primario y 420 V de tensión del secundario en vacío, frecuencia de 50Hz. Incluye accesorios necesarios para su correcta instalación.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
1		Material			
Mct1000T	U	Transformador bañado en aceite de refrigeración natural, con una potencia de 1000kVA y 50Hz	1,00	14000,05	14000,05
Subtotal material					14000,05
2		Mano de obra			
Mo025	h	Oficial 1ª electricista	9	19,42	174,78
Mo225	h	Ayudante construcción	9	17,90	161,1
Subtotal mano de obra					335,88
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,00	14335,96	286,72
Costes directos					14622,68
(1+2+3)					

**ICT040 U Celda modular de línea**

Celda de línea, de 30kV de tensión asignada, con 800 A de intensidad nominal, con aislamiento integral de Sf6, formado por un cuerpo metálico, embarrado de cobre e interruptor seccionador con 3 posiciones, conectado-seccionado y de puesta a tierra. Incluye accesorios para su correcta instalación.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
--------	--------	-------------	----------	-----------------	---------

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Presupuesto

1		Materiales			
Mct040c	U	Celda de línea, de 30kV de tensión asignada, con 800 A de intensidad nominal, con aislamiento integral de Sf6, formado por un cuerpo metálico, embarrado de cobre e interruptor seccionador con 3 posiciones, conectado-seccionado y de puesta a tierra. Incluye accesorios para su correcta instalación.	3,00	7125,10	21375,3
			Subtotal material		21375,3
2		Mano de obra			
Mo025	h	Oficial 1ª electricista	2,50	19,42	48,55
Mo225	h	Ayudante construcción	2,50	17,90	44,75
			Subtotal mano de obra		93,3
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,00	21468,6	429,37
			Costes directos		21897,97
			(1+2+3)		

**ICT045 U Celda modular de remonte**

Celda de remonte, de 30kV de tensión asignada, formada por cuerpo metálico embarrado de cobre. Incluye accesorios necesarios para su correcta instalación.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
1		Materiales			

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Presupuesto

Mct040c	U	Celda de remonte, de 30kV de tensión asignada, formada por cuerpo metálico embarrado de cobre. Incluye accesorios necesarios para su correcta instalación.	1,00	1634,65	1634,65
			Subtotal material		1634,65
2		Mano de obra			
Mo025	h	Oficial 1ª electricista	2,20	19,42	42,72
Mo225	h	Ayudante construcción	2,20	17,90	39,38
			Subtotal mano de obra		82,10
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,00	1716,75	34,33
			Costes directos		1751,09
			(1+2+3)		

**ICT075 U Celda modular de protección automática**

Celda de protección con interruptor automático, de 30kV de tensión asignada, 800 A de intensidad nominal, con aislamiento integral SF6, formado por cuerpo metálico, embarrado de cobre, interruptor tripolar de 3 posiciones, conectado, seccionado y de puesta a tierra. Incluye los accesorios necesarios para su correcta instalación.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
Mct045atm	U	Celda de protección con interruptor automático, de 30kV de tensión asignada, 800 A de intensidad nominal, con	1,00	15500,51	15500,51

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Presupuesto

aislamiento integral SF6, formado por cuerpo metálico, embarrado de cobre, interruptor tripolar de 3 posiciones, conectado, seccionado y de puesta a tierra. Incluye los accesorios necesarios para su correcta instalación.

				Subtotal material	15500,51
2		Mano de obra			
Mo025	h	Oficial 1ª electricista	2,20	19,42	42,72
Mo225	h	Ayudante construcción	2,20	17,90	39,38
				Subtotal mano de obra	82,10
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,00	15582,61	311,65
				Costes directos (1+2+3)	15893,65

**ICT175 U Celda modular de medida**

Celda modular de medida, de 30kV de tensión asignada, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre y transformadores de medida. Incluidos los accesorios necesarios para su construcción e instalación.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
Mct200tt	U	Celda modular de medida, de 30kV de tensión asignada, formada por cuerpo	1,00	2250,67	2250,67

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Presupuesto

metálico, embarrado de cobre y transformadores de medida. Incluidos los accesorios necesarios para su construcción e instalación.

			<hr/>		Subtotal material	2250,67
2		Mano de obra				
Mo025	h	Oficial 1ª electricista	2,20	19,42	42,72	
Mo225	h	Ayudante construcción	2,20	17,90	39,38	
			<hr/>		Subtotal mano de obra	82,10
3		Costes directos complementarios				
	%	Costes directos complementarios	2,00	2332,77	46,65	
			<hr/>		Costes directos	2379,42
					(1+2+3)	

**ICT300 U Celda modular de rupto-fusible**

Celda de protección con fusible, de 30 kV de tensión asignada, 600 A de intensidad nominal, con aislamiento integral SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre, interruptor seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones, conecta, seccionado, y de puesta a tierra. Incluye los accesorios necesarios para su correcta instalación

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
Mct200tt	U	Celda de protección con fusible, de 30 kV de tensión asignada, 600 A de intensidad nominal, con aislamiento integral SF6, formada por cuerpo metálico,	1,00	3575,80	3575,80

		embarrado de cobre, interruptor seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones, conecta, seccionado, y de puesta a tierra. Incluye los accesorios necesarios para su correcta instalación			
			Subtotal material		3575,80
2		Mano de obra			
Mo025	h	Oficial 1ª electricista	2,20	19,42	42,72
Mo225	h	Ayudante construcción	2,20	17,90	39,38
			Subtotal mano de obra		82,10
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,00	3657,9	73,15
			Costes directos		3731,05
			(1+2+3)		

### ICT300 U Cuadro de baja tensión general

Cuadro de baja tensión con seccionamiento de cabecera mediante platinas, de 4 salidas con base porta-fusible vertical tripolar desconectable con carga. Incluye los accesorios necesarios para su correcta instalación.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
Mct200tt	U	Cuadro de baja tensión con seccionamiento de cabecera mediante platinas, 440 V de tensión asignada, 1250 de intensidad nominal,	1,00	1299,99	1299,99

Diseño y Cálculo de línea de suministro al Polígono de Agroreus desde S.E. de Reus  
Presupuesto

		4 salidas con base porta-fusible vertical tripolar			
				Subtotal material	1299,99
2		Mano de obra			
Mo025	h	Oficial 1ª electricista	2,20	19,42	42,72
Mo225	h	Ayudante construcción	2,20	17,90	39,38
				Subtotal mano de obra	82,10
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,00	1382,09	27,6
				Costes directos (1+2+3)	1409,73

### 5.3 Resumen presupuesto

Capítulo	Resumen	Importe (€)
C_01	Zanjas	27.070,9
C_02	Cimentaciones apoyos	28631,02
C_03	Puesta a tierra de los apoyos	12461,81
C_04	Colocación de apoyos	13.714,48
C_05	Instalación cable aislado	14.688,87
C_06	Instalación cable aéreo	178.290,74
C_07	Conversión	6.021,98
C_08	Centro de transformación	76.625,91

<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>357504.8</b>
13% Gastos generales	46.475,63
6% Beneficio Industrial	21.450,29
Suma G.G + B.I	<hr/> 67.925,92
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE CONTRATO</b>	<b>425.430,72</b>
	<hr/>
21.00%	
I.V.A. ....	89.340,45
.	
<b>PRESUPUESTO GENERAL DE ADMINISTRACIÓN</b>	<b>514.771.17 €</b>

El presupuesto general sube a una cantidad de quinientos cuatro mil novecientos euros con treinta y cuatro céntimos.

Agosto 2021



## **Pliego de Condiciones**

Autor: David de las Heras Izquierdo

Director: Lluís Massagués Vidal

Fecha: Octubre 2020

## **6 Pliego de Condiciones**

### **6.1 Condiciones generales**

#### **6.1.1 Objeto**

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

#### **6.1.2 Campo de aplicación**

El pliego de condiciones hace referencia a la ejecución de una línea eléctrica de media tensión, y de la línea subterránea hasta llegar al CT de 25 kV.

#### **6.1.3 Normativa y reglamentación**

Todas las unidades de obra serán realizadas cumpliendo la normativa e instrucciones vigentes, especificadas a continuación:

- Norma UNE-24042 "Contratación de Obras, Condiciones Generales"
- Instrucción 1/2015
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997 sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Ley 8/1980, del 1 de marzo, sobre el Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 919/2006, de 28 de Julio, por el que se obliga a todas las entidades, empresas y personas que han de realizar trabajos en la vía pública, soliciten

información sobre las instalaciones de distribución de gas en la zona, a la empresa distribuidora.

- Real Decreto 314/2006 por el cual se aprueba el Código Técnico de la edificación en su Documento Básico de Seguridad en caso de incendio.
- Real Decreto 120/1992, de 28 de abril, para los suministros que recorren el subsuelo en vías públicas.
- Normalización Nacional. Normas UNE y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 02.
- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1996 de 20 de octubre.
- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico
- RD 3151/ 1968 del 02/08/2002, reglamento electrotécnico para baja tensión para nuevas instalaciones
- Real Decreto 120/1992 del 28 de abril, sobre las protecciones a instalar entre las redes de diferentes suministros públicos que discurren por el subsuelo.
- Modificaciones parciales al Decreto 120/92 del 28 de abril.
- Procedimientos de control de la aplicación del Decreto 120/1992 de 28 de abril, modificado parcialmente por el Decreto 196/1992, del 4 de agosto.
- Real Decreto 201/1994, de 26 de Julio, regulador de derribos y otros residuos de la construcción, y en el Decreto 161/2001, de 12 de junio que lo modifica.
- Real Decreto 1.955/2.000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Órdenes de 6 de julio y de 18 de octubre de 1984, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- Real Decreto 485 /1997, del 15 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de lugares de trabajo
- Real Decreto 486/1997, del 14 de abril, por el cual se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, del 14 de abril, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización de la ocupación de prevención de riesgos laborales
- Real Decreto 1627/1997, del 24 de octubre, por el cual se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

#### **6.1.4 Materiales**

Todos los materiales serán de primera calidad. No deberán presentar deterioro ni defecto alguno que disminuya la función que tengan que desarrollar. Las calidades de los materiales deberán respetar las especificaciones mínimas.

En caso de existir contradicciones diferentes en el proyecto, el contratista se lo ha de hacer saber al director de obra, ya que siempre que se deba hacer un cambio en el material de la obra, debe estar autorizado por el directo de ésta.

Una vez adjudicada la obra y antes de empezar los trabajos de construcción, se deben entregar todas las certificaciones y homologaciones de los materiales y maquinaria a utilizar.

Si algún material no cumple los requisitos del proyecto, el contratista está obligado a cambiarlos por los materiales exigidos, así mismo, el contratista se encargará de la compra, transporte, mano de obra y medios auxiliares para la correcta instalación de obra.

## ***6.2 Ejecución de la obra***

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

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto, como en las Condiciones Técnicas especificadas. El Contratista no podrá utilizar, en los trabajos, personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo.

Igualmente será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo. El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

### ***6.2.1 Inicio de obra***

El contratista empezará la obra la fecha que esté acordada en el contrato, o a los quince días una vez adjudicado el contrato. El contratista comunicará el inicio de los trabajos de proyecto al responsable de obra

### ***6.2.2 Fin de obra***

La obra será finalizada en la fecha que esté acordada en el contrato, el contratista debe cumplir los terminions establecidos en el contrato.

### ***6.2.3 Libro de órdenes***

El contratista dispondrá de un libro de órdenes, donde el director de obra indicará las órdenes a ejecutar, donde los responsables del trabajo firmarán para dejar constancia.

### ***6.2.4 Personal***

El contratista designará a un responsable de obra, que tendrá autoridad sobre el personal de la obra, y será el que transmita directamente las órdenes del director de obra.

El contratista está obligado a presentar la documentación referente a la seguridad social, aseguranzas de responsabilidad civil, tanto de la empresa como del personal.

El personal que lleve a cabo la obra será personal especializado según sus funciones, el contratista entregará al director de obra la documentación referente al nombre del personal conjunto con sus especializaciones y características.

#### ***6.2.5 Desarrollo e interpretación del proyecto***

El contratista realizará el trabajo tal y como se indica en los planos, siendo este el documento con máxima prioridad, los cálculos y los anexos con una supervisión continua. En el caso de existir contradicciones en los diferentes documentos, el contratista está obligado de hacerselo saber al director de obra, con el fin de poder hacer la modificación necesaria.

En el caso de un trabajo realizado mediante una interpretación equivocada por parte del contratista, será éste que se hará cargo con los gastos de las modificaciones necesarias. Además, el contratista está obligado a dar conocimiento al director de obra de cualquier procedimiento mas ventajoso que se pueda realizar en la ejecución de la obra, aun que no quede reflejado en los documentos del proyecto.

Se deberá comunicar con antelación al director de obra por parte del contratista, de las fechas de finalización de trabajos que no tengan interferencia sobre otros trabajos con tal de poder programar las inspecciones necesarias.

En el caso de producirse un daño referente a la seguridad de los servicios, economía o en las instalaciones de la obra por parte del contratista, siendo suya la participación en la obra parcial o total, será el quien tendrá total responsabilidad.

El director de obra será quien entregará las copias de los planos de obra, en ningún caso el contratista podrá tener los planos originales. Además, el contratista entregará al finalizar la obra los planos con las medidas y anotaciones realizadas durante la realización de la obra.

#### ***6.2.6 Trabajos complementarios***

El contratista está obligado a realizar todos aquellos trabajos que sean complementarios con tal de acabar la obra, aún que no esten especificados como tal en el proyecto, y al final los trabajos se realizarán las valoraciones económicas de dichos trabajos.

#### ***6.2.7 Modificaciones***

En el caso que se realizasen modificaciones o ampliaciones en el proyecto, se tendrá que tener autorización previa, conjunto con la documentación del trabajo así como su valoración económica.

El contratista estará obligado a realizar los trabajos de modificaciones y ampliaciones que ordene el director de obra, siempre y cuando el valor de la modificación no supere el 20% del valor del proyecto inicial.

### ***6.2.8 Trabajos defectuosos***

El director de obra es el encargado de validar según su criterio las unidades de obra ejecutadas incorrectamente. En el caso de existir dichas unidades de obra, será el contratista el que se encargue de hacerse cargo de su ejecución correcta.

## **6.3 Recepción de la obra**

### ***6.3.1 Recepción provisional***

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose las Actas que correspondan en las que se harán constar la conformidad con los trabajos realizados, si éste es el caso. Dichas Actas serán firmadas por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la Obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía. En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución.

Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

### ***6.3.2 Periodo de garantía***

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

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales. Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

### ***6.3.3 Recepción definitiva***

Al terminar el Plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el

Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

### **6.3.4 Responsabilidades**

Tanto el contratista como el cliente se comprometen a finalizar la ejecución del proyecto en el momento de la firma de contrato. En el momento de acuerdo del contrato, el contratista se compromete a hacer entrega de toda la documentación necesaria para la realización del proyecto.

Se tendrá que realizar obligatoriamente la obra tal y como indican los documentos del proyecto, en caso contrario el director de obra puede ser destituido.

El contratista será el responsable de los incumplimientos de las normativas vigentes por su personal, además, es responsable de todos los daños que se originen debido a su personal interno.

## **6.4 Condiciones Facultativas**

### **6.4.1. Normas a seguir**

Los trabajos durante la obra se llevarán a cabo con los requisitos exigidos y las normas y recomendaciones siguientes:

- Normativas UNE
- Ley de prevención de riesgos laborales
- Normativas ISO
- Real Decreto 842/2002
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51 según Real Decreto 842/2002 del 2/agosto/2002.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82, e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84 con sus correcciones y actualizaciones posteriores.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias según Real Decreto 223/2008 de fecha 15/febrero/2008.
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación.
- Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1890/2008 por el que se aprueba el Reglamento de Eficiencia Energética de Alumbrado Exterior.
- Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales según RD.2267/2004.

#### ***6.4.2 Material y equipamiento***

Todos los materiales y equipamiento serán de primera calidad. No deberán presentar deterioro ni defecto alguno que disminuya la función que tengan que desarrollar. Las calidades de los materiales deberán respetar las especificaciones mínimas.

Una vez adjudicada la obra y antes de empezar los trabajos de construcción, se deberá entregar los certificados y homologaciones de los materiales y maquinaria a utilizar. No se podrán utilizar materiales y maquinaria si no se ha entregado los certificados.

El contratista será encargado de comprar, transporte, mano de obra y medios necesarios para la instalación de los materiales. Si los materiales instalados no cumplen los requisitos del proyecto el contratista deberá sustituirlos por los materiales exigidos en el proyecto.

#### ***6.4.3 Ejecución de la obra***

Antes de iniciar las obras se limpiarán los terrenos de árboles y plantas donde se tenga que construir la obra. En la realización de las zanjas se ha de asegurar contra desprendimientos ya sea mediante encofrados, el material extraído de las zanjas se colocará paralelamente dejando un pasillo de 1 metro de ancho para poder operar por la zona.

#### ***6.4.4 Verificaciones y recepciones***

Durante la obra, el director podrá verificar que los trabajos se están realizando mediante las especificaciones técnicas correspondientes al documento del proyecto.

Una vez finalizada la obra el contratista deberá solicitar la recepción global al director de obra. En la recepción de obra estarán incluidas las pruebas de conductividad de las puestas a tierra.

### **6.5 Condiciones administrativas**

#### ***6.5.1 Adjudicación de la obra***

La adjudicación de la obra se realizará mediante concurso con criterio de presupuesto a la baja. Antes de escoger el presupuesto se estudiarán las calidades de los materiales y elementos constructivos a utilizar.

En caso de adjudicarse la obra a dos o más contratistas, tendrán que tomar una decisión a la hora de repartir el trabajo, con tal de finalizar las obras correctamente.

El director de obra será el que pueda decidir los términos y preferencias del desarrollo de las obras e instalaciones a realizar.

### **6.5.2 Contrato**

El contrato se formalizará mediante un documento privado o una escritura pública con previo aviso. En el contrato se indicará el inicio y el fin de la obra. También se indicarán los requisitos necesarios a cumplir en referencia a los materiales, transportes, personal y medidas auxiliares.

Para formalizar el contrato, se tendrá que depositar la fianza definitiva en el caso que la hubiese.

### **6.5.3 Prórrogas**

Si debido a causas mayores el contratista no pudiese empezar o acabar las obras en las fechas fijadas en el contrato, se realizará una prórroga con tal de acabar la obra dentro del contrato firmado.

### **6.5.4 Rescisión del contrato**

El contratista podrá rescindir del contrato en el caso que la ley de contratos de trabajo lo especifique, exceptuando si la cantidad facturada es mayor a los trabajos realizados. El incumplimiento de cualquier condición del contrato dará a la propiedad el poder de rescindir el contrato y de aplicar las penalizaciones en las facturas pendientes a emitir.

Se considerarán condiciones justificadas para rescindir el contrato:

- Muerte o incapacidad del contratista.
- Modificación de cualquier unidad de obra por encima del 40% del precio del original.
- Modificación de un 25% o más del proyecto.
- Incumplimiento de la fecha de inicio por parte del contratista.
- Incumplimiento de las condiciones del contrato.
- Ausentarse de la obra sin fin justificativo.
- Subcontratar los trabajos a terceros sin previo aviso a la propiedad.

### **6.5.5 Liquidaciones en caso de rescindir el contrato**

En el caso de rescindir el contrato mutuamente por motivos anteriormente citados, se facturará a la propiedad los trabajos acabados y los materiales entregados por precio de obra. El hecho de rescindir el contrato comportará no obtener la devolución total del plazo de garantía y la fianza del contrato.

## **6.6 Condiciones económicas**

### ***6.6.1 Liquidaciones***

En la finalización de la obra se procederá a la liquidación final según los criterios establecidos en el contrato. Las facturas para emitir se enviarán con documentos necesarios para poder justificar la factura, como pueden ser albaranes u hojas de trabajos signados por un responsable de la propiedad.

Las facturas emitidas para los trabajos realizados en el proyecto, se entregarán una copia por parte del contratista a la dirección de obra.

### ***6.6.2 Condiciones de pagamiento***

Se abonará el 20% cuando se realice el pedido, el 60% en la finalización del trabajo, y el 20% restante al acabar la obra. Los pagamientos se realizarán mediante transferencia bancaria con un vencimiento de 60 días de la emisión de la factura.

### ***6.6.3 Precios***

En los precios unitarios se incluirán la ejecución completa de la unidad de obra, incluyendo todo tipo de trabajo y material complementario, carga laboral, impuesto y otros costos complementarios.

En el caso de realizar unidades de obra no incluidas en el proyecto, se pactará previamente el precio con el director de obra.

### ***6.6.4 Impuestos***

Los impuestos irán al cargo de la propiedad, así como el 21% del IVA

### ***6.6.5 Revisión de precios***

En el momento de la firma del contrato se aceptará el precio del presupuesto por las dos partes, sin posibilidad de modificar precios. En el caso de producirse variaciones en los trabajos realizados. Se llegará a un acuerdo previo por las dos partes implicadas. Para la revisión de los precios se tendrán que entregar los documentos justificativos correspondientes.

### **6.6.6 Certificaciones**

Mensualmente se realizarán las certificaciones de las unidades de obra y modificaciones previamente acordadas que estén acabadas del proyecto. En las certificaciones abonadas podrán tener modificaciones de precios en posterioridad si hace falta en la recepción definitiva.

Las certificaciones serán siempre emitidas por el contratista y serán abonadas antes de 120 días una vez firmada la certificación, y será pagada mediante transferencia bancaria

### **6.6.7 Fianza y plazos de garantía**

Se establecerá al contrato la calidad de la fianza que el contratista hará de hacer cargo para cumplir el contrato. En el caso de incumplimiento parcial o total con la fianza de la garantía, se realizará una retención del 5% del total del presupuesto en concepto de garantía. Se tomará un periodo de treinta días, la fianza retenida en concepto de garantía una vez firmada el acta de recepción definitiva.

### **6.6.8 Cláusulas financieras**

El contratista se hará cargo de todos los costos de transporte y del embalaje de los materiales. En el caso de ocasionar desperfectos en el transporte de los materiales, se hará cargo el contratista de los costes.

En el periodo de garantía, si se produjesen costos debidos a las reparaciones de los materiales defectuosos o instalaciones realizadas incorrectamente, se hará cargo el contratista.

En el caso de realizar trabajo fuera de horario normal laboral, o bien en horas extras festivas o nocturnas por motivos extornos al contratista, estas horas trabajadas se facturarán con un incremento del 30% según la tarifa de horas y desplazamientos.

## **6.7 Condiciones técnicas**

### **6.7.1 Línea aérea de media tensión**

A continuación, se verán representadas las condiciones técnicas para la construcción de la línea aérea de 30kV.

#### **6.7.1.1 Replanteo de la obra**

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

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

#### ***6.7.1.2 Excavaciones***

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

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

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

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

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

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

#### ***6.7.1.3 Transporte y colocación de los apoyos***

A la hora de transportar y colocar los apoyos se realizará cuidadosamente con tal no dañar el perfil de las torres. El contratista será el responsable de hacerle saber al director de obra que el material recibido está en mal estado.

#### ***6.7.1.4 Hormigonado***

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

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

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

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

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

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

#### ***6.7.1.5 Armado e izado de apoyos metálicos***

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

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

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

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

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

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

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

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

#### ***6.7.1.6 Tendido, tensado y regulado de los conductores***

Los cables deberán tratarse con el mayor cuidado para evitar deterioros, lo mismo que las bobinas donde se transportan. En la hora de desenrollar los cables se debe cuidar que no rocen con el suelo.

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

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

#### **6.7.1.6.1 Poleas de tendido**

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

#### **6.7.1.6.2 Tensado**

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

#### **6.7.1.6.3 Regulado**

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

#### **6.7.1.7 Cadenas de aisladores**

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

#### **6.7.1.8 Empalmes**

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

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

#### **6.7.1.9 Engrapado**

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

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

#### **6.7.1.10 Herrajes**

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

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

#### **6.7.1.11 Torres metálicas**

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

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

#### **6.7.1.12 Puesta a tierra**

Estas se diferenciarán en función del tipo de apoyo, en los apoyos no frecuentados de nuestra línea, se conectarán a tierra con conexiones formadas por picas de alma de acero galvanizado, con el exterior cubierto de cobre puro electrolítico, mediante fijaciones inamovibles con tal de limitar las tensiones de defecto a tierra que se puedan originar. Los elementos de la instalación de puesta a tierra han de garantizar la descarga a tierra del corriente homopolar de defecto, con tal de eliminar cualquier riesgo de contacto con la estructura del apoyo. Los elementos de la instalación de la puesta a tierra han de soportar la corrosión y los esfuerzos mecánicos, además deben contar con una resistencia inferior a 20 ohmios. En el caso que no sea posible alcanzar una resistencia inferior a 20 ohmios, se realizará una puesta a tierra mediante perforación, donde se cavará un pozo de unos 100mm de diámetro, a una distancia de un metro del apoyo, con la profundidad necesaria con tal de obtener la resistencia adecuada. El pozo irá con el mismo cable desnudo que en el caso normal y se rellenará con grafito hasta conseguir la resistencia deseada.

Los electrodos de tierra estarán formados por picas de alma de acero galvanizado, con el exterior cubierto de cobre puro electrolítico, de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetros, los conductores serán de cobre desnudo de  $50mm^2$ . Las picas serán clavadas en el suelo con una profundidad mínima de 0,8 metros y con 0,7 metros de separación en cada soporte.

Por otro lado, los apoyos de tipo frecuentado, situados en dominio de pública concurrencia, se aplicará el apartado 5.6 de NTP-LMAT, por la que se formará un circuito de tierra de forma de anilla alrededor de la cimentación, con una distancia de 1 metro de radio y enterrada bajo 0,8 metros. Las picas serán las mismas que en el caso anterior.

La puesta a tierra de los apoyos se ajustará a las especificaciones indicadas a la instrucción técnica complementaria ITC-LAT-07.

#### **6.7.1.13 Numeración y señalización de los apoyos**

Los apoyos serán numerados con tal de facilitar su localización en los futuros trabajos circundantes, así como el mantenimiento. La numeración será la indicada en los planos del proyecto.

Todos los apoyos tendrán una señal triangular de riesgo eléctrico que cumpla con la normativa UNESA 0203, a una altura de 2 metros del suelo.

#### **6.7.1.14 Conversión aérea-subterránea**

En el apoyo de conversión irán instalados dispositivos anti escalada, para los cables subterráneos se instalará una placa metálica de 200x100 con un grado de protección no inferior a IK 10, por la vertical de la torre y hasta 2,5 metros de altura desde el nivel del suelo. En los extremos de la placa metálica se sellarán con espuma de poliuretano para evitar que el agua pueda acceder.

En las torres de conversión se instalará un pararrayos que está conectado a la puesta a tierra de la misma torre con un cable desnudo de cobre de  $70\text{mm}^2$  hasta el borne inferior de la puesta a tierra.

#### **6.7.1.15 Protecciones**

En el primer apoyo del proyecto se instalará un interruptor de protección SF6 para proteger la línea de sobrecargas, sobretensiones y cortocircuitos, tal y como indica el RLAT y las NTP's. Este interruptor automático se instalará en el inicio de la línea, será de carácter trifásico con maniobra simultánea que permita abrir el circuito con una corriente de cortocircuito prevista en el proyecto, y permitir reconectar la línea una vez superada la falta.

La instalación del interruptor automático no está dentro del ámbito de este proyecto, en este vaso será la empresa distribuidora ENDESA la encargada de la instalación de dicho interruptor.

#### **6.7.1.16 Protecciones avifauna**

El Real Decreto 1432/2008, del 29 de agosto, por el cual se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución de aves en líneas eléctricas. Este real decreto es aplicable a las líneas de transporte eléctrico de nueva construcción. Las instalaciones eléctricas a las que refiriera el presente decreto, sin perjuicio a la normativa técnica y de seguridad que en cada caso sea aplicable, han de cumplir las siguientes medidas de seguridad para la anitelectrucución:

Las líneas deben de ser construidas con cadenas de aisladores de amarre, excepto en los apoyos de ángulo, ancoraje y fin de línea. Los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, transformadores, de derivación, ancoraje, cabeza de línea, se diseñarán de manera que no se sobrepase con elementos de tensión que no sobrepasen los postes no auxiliares.

Los soportes de alineación tendrán que cumplir con las siguientes distancias; entre la zona de puesta y los elementos de tensión será de 0,75 metros, y entre conductores de 1,5 metros. Para postes o armados tipo vuelta, la distancia entre la cabeza del palo y el conductor central no debe ser inferior a 0,90 metros, a no ser que se aisle el conductor central 1 metro a cada lado del punto de enganche.

Los apoyos de ancoraje, ángulo, derivación, cabeza de línea y todos aquellos con cadenas de aisladores en horizontal, deberán tener una distancia mínima accesible de seguridad entre la zona de instalación y los elementos de tensión a 1 metro. Esta distancia de seguridad podrá conseguirse aumentando la separación entre los elementos, o bien mediante el aislamiento de las zonas de tensión.

### ***6.7.2 Línea subterránea***

#### ***6.7.2.1 Transporte de las bobinas de conductores***

Las bobinas de madera se cargarán y descargarán del camión mediante una pluma hidráulica, utilizando la barra metálica del recipiente donde van guardadas las bobinas, así como las cuerdas homologadas.

#### ***6.7.2.2 Zanjas***

Las zanjas se realizarán con unas dimensiones que permitan una fácil y segura instalación de los conductores.

Las zanjas se realizarán con una profundidad de 1 metro y 0,5 metros de amplitud. En el fondo de la rasa se dejará un margen de 0,1 metros de tierra fina y sobre esta capa se apoyarán los conductores unipolares. Una vez instalados los conductores se cubrirán de arena hasta llegar a los 0,5 metros de profundidad. Con tal de señalar a futuras obras en la zona, se colocarán placas de señalización de riesgo eléctrico. Rellenaremos el espacio restante con tierra libre de piedras de forma manual, dejando un margen para la última capa de 0,10 a 0,20 metros. La capa final será simplemente el material precedente a la obra.

Las zanjas serán siempre lo más rectilíneas posible y siempre que sea posible se realizarán las zanjas en terreno de dominio público, bajo aceras o calzadas. En el caso de tener que realizar algún cambio durante la obra, se indicaría en el AS BUILT.

### ***6.7.2.3 Movimiento de residuos***

La tierra sobrante de las zanjas tendrá que ser retirada por el contratista mediante un gestor autorizado.

### ***6.7.2.4 Extendido y colocación de los conductores***

A la hora de extender los conductores por la zanja, se empleará de ayuda la porta bobinas, en los pasos de tubos se utilizará una cuerda que haga de guía del conductor, enganchada a este por el extremo. Para realizar la extendida se hará uso de dos operarios desenrollando la bobina, un operario en el inicio del cable, y el otro a unos 5 metros de distancia iniciando el extendido. Se tendrá especial atención en los giros para evitar daños en el conductor, el radio de curvatura del conductor ha de ser 10 veces superior al diámetro del conductor. Se podrá dar uso a rodillos con tal de evitar fricción entre el conductor y la arena de la zanja.

En los cruzamientos con calles, caminos, carreteras, o tráfico rodado los conductores deben ir protegidos en el interior de tubos de protección.



## **Anexos**

Autor: David de las Heras Izquierdo

Director: Lluís Massagués Vidal

Fecha: Octubre 2020

## **7 Anexos**

### **7.1 Estudio de Seguridad y Salud**

#### **7.1.1 Objetivo**

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

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

#### **7.1.2 Normativa aplicable**

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

En particular:

- Ley 8/1980, de 1 de marzo, del Estatuto de los Trabajadores
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (9 de marzo de 1.971).
- Homologación de medios de Protección personal de los trabajadores (BOL. de 29 de mayo de 1.974. Orden de 15 de julio de 1.974).
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 811.980, de 20 de marzo).
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1.995, de 8 de noviembre).
- Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Orden de 27 de junio de 1.997, por la que se desarrolla el RD 39/1.997, de 17 de enero.
- Real Decreto 485/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997, de 14 de abril, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

- Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 949/1.997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales.
- Real Decreto 1215/1.997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y de Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación (Decreto 3275/1 .982 de 12 de noviembre) e instrucciones Técnicas Complementarias.

Ahora mencionaremos las normas específicas.

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

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

### ***7.1.3 Obligación del promotor***

El promotor está obligado a incluir el presente Estudio de Seguridad y Salud, como documento del Proyecto de Obra. Antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o empresas y trabajadores autónomos, o diversos trabajadores autónomos.

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

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

### ***7.1.4 El coordinador***

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá coordinar los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones

técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.

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

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

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

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

#### ***7.1.5 Contratistas y subcontratistas***

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

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

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

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

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

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

Asimismo, y en aplicación del R.D. 773/1.997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual, es responsabilidad del contratista suministrar dichas protecciones individuales a los trabajadores de manera gratuita, reponiéndolas cuando resulte necesario, motivo por el cual, dentro del Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo a elaborar por el contratista, éstas se relacionarán exhaustivamente en todos los apartados del mismo, de acuerdo con lo señalado en el párrafo anterior, pero no se valorarán dentro del presupuesto del plan.

### ***7.1.6 Obligaciones de los trabajadores***

Los trabajadores autónomos están obligados a:

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

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

### ***7.1.7 Libro de incidencias***

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, un libro de incidencias que constará de hojas duplicadas y que será facilitado por el

colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

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

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

### ***7.1.7 Derecho de los trabajadores***

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

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

### ***7.1.8 Prevención de riesgos laborales***

#### ***7.1.8.1 Protecciones individuales generales***

Se dispondrá de:

- Cascos: para todas las personas que participan en obra, incluidos visitantes.
- Guantes de uso general.
- Guantes de goma.
- Guantes de soldador.
- Guantes diacetílicos.
- Botas de agua.
- Botas de seguridad de lona.
- Botas de seguridad de cuero.
- Botas dialécticas.
- Gafas de soldador.
- Gafas de seguridad anti-proyecciones.
- Pantalla de soldador.
- Mascarillas antipolvo.
- Protectores auditivos.
- Polainas de soldador.

- Manguitos de soldador.
- Mandiles de soldador.
- Cinturón de seguridad de sujeción.
- Cinturón anti vibratorio.
- Chalecos reflectantes.

#### **7.1.8.2 Protecciones colectivas generales**

Se dispondrá de:

- Pórticos protectores de líneas eléctricas.
- Vallas de limitación y protección.
- Señales de seguridad.
- Cintas de balizamiento.
- Redes.
- Soportes y anclajes de redes.
- Tubo sujeción cinturón de seguridad.
- Anclaje para tubo.
- Balizamiento luminoso.
- Extintores.
- Interruptores diferenciales.
- Toma de tierra.
- Válvula antirretroceso.
- Riegos

#### **7.1.9 Formación**

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

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

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

#### **7.1.9.4 Medicina preventiva y primeros auxilios**

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Botiquín: Deberá existir en la obra al menos un botiquín con todos los elementos suficientes para curas, primeros auxilios, dolores, etc.
2. Asistencia a accidentados: Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos, Residencia Sanitaria, médicos, ATS., etc., donde deba trasladarse a los posibles accidentados para un más rápido y efectivo tratamiento, disponiendo en la obra de las direcciones, teléfonos, etc., en sitios visibles.

3. Reconocimiento Médico: todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo que certifique su aptitud.
4. Instalaciones: se dotará a la obra, si así se estima en el correspondiente Plan de Seguridad, de todas las instalaciones necesarias, tales como:
  - Almacenes y talleres.
  - Vestuarios y Servicios.
  - Comedor o, en su defecto, locales particulares para el mismo fin.

#### ***7.1.10 Identificación de riesgos y medidas preventivas a aplicar***

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

##### ***7.1.10.1 Fase de actuaciones previas***

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

#### **Riesgos Detectables**

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

#### **Medidas de seguridad**

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

### **Prendas de protección personal**

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

#### ***7.1.10.2 Fase de acopio de material***

### **Riesgos Detectables**

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

### **Medidas de seguridad**

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

### **Prendas de protección personal**

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

#### ***7.1.10.3 Carga y descarga de materiales***

### **Riesgos Detectables**

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

### **Medidas de seguridad**

- Con el fin de evitar posibles lesiones en la columna vertebral, el operario llevará a cabo el levantamiento de la carga realizando el esfuerzo con las piernas, y manteniendo en todo momento la columna recta.
- Un operario no podrá levantar más de 50 Kg en la carga y descarga manual. En el caso en concreto en que la carga fuera superior a la cantidad límite, se deberá realizar entre más trabajadores.

- En el caso en que el acarreo de pesos se estime en una duración superior a las 4 horas de trabajo continuadas, el peso máximo a acarrear será de 25 Kg., o bien deberán utilizarse medios mecánicos adecuados.
- Para la carga y descarga con medios mecánicos, la maquinaria a emplear deberá ser la adecuada (grúa, pala cargadora, etc.) y su maniobra deberá ser dirigida por personal especializado, no debiéndose superar en ningún momento la carga máxima autorizada.
- Todas las máquinas que participen en las operaciones deberán estar correctamente estabilizadas. La elevación de la carga deberá realizarse de forma suave y continuada.
- En el transcurso de operaciones de carga y descarga, ninguna persona ajena se acercará al vehículo. Debe acotarse el entorno y prohibirse el permanecer o trabajar dentro del radio de acción del brazo de una máquina
- Nunca permanecerá ni circulará personal debajo de las cargas suspendidas, ni permanecerá sobre las cargas.
- Para la descarga de bobinas de conductores, se emplearán cuerdas, rampas, raíles...
- Bajo ningún concepto se hará rodar la bobina por un solo canto.
- Se prohíbe el acopio de materiales a menos de 2 metros de las coronaciones de taludes.

### **Prendas de protección personal**

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

### **7.1.10.4 Movimiento de tierras y excavaciones**

#### **Riesgos Detectables**

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

#### **Medidas de seguridad**

- En el caso de uso de herramientas, debido a las reducidas dimensiones que generalmente tendrán los hoyos, se recomienda que sea un único trabajador el que permanezca en su interior, para evitar accidentes por alcance entre ellos de las herramientas a emplear.
- Los picos, palas y otras herramientas deberán estar en buenas condiciones.
- En el caso de hoyos con probable peligro de derrumbamiento de paredes, nunca deberá quedar un operario solo en su interior, sino que en el exterior de hoyo debe permanecer, al menos, otro operario, para caso de auxilio.

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

### **Prendas de protección personal**

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

### **7.1.10.5 Cimentación**

#### **Riesgos Detectables**

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

#### **Medidas de seguridad**

- a) Vertidos directos mediante canaleta:
  - Se instalarán fuertes topes de recorrido de los camiones hormigonera, para evitar vuelcos.
  - Se prohíbe acerar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 metros del borde de la excavación.
  - Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.

- La maniobra de vertidos será dirigida por un capataz que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.
- b) Vertidos directos mediante cubo o cangilón:
  - Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
  - Se señalizará, mediante una traza horizontal ejecutada con pintura en color amarilla, el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible.
  - La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables
  - La maniobra de aproximación se dirigirá mediante señales preestablecidas fácilmente inteligibles por el gruista.

En general habrá que tomar las siguientes medidas preventivas:

- Ningún trabajador con antecedentes de problemas cutáneos participará en las labores de hormigonado.
- Si por alguna causa, algún trabajador sufriese lesiones por acción del cemento, se deberá notificar la aparición de las mismas lo antes posible, con el fin de evitar la cronificación y nuevas sensibilizaciones.
- Si el amasado se realiza con hormigonera in situ, ésta deberá estar correctamente nivelada y sujeta.
- Los trabajadores deberán tener especial cuidado con:
  - No utilizar prendas con elementos colgantes y que no sean de la talla adecuada.
  - No exponer la piel al contacto con el cemento.
  - Realizar las operaciones con las debidas condiciones de estabilidad.
  - No manejar elementos metálicos sin usar guantes adecuados.
  - Utilizar el casco protector y gafas de protección si existe riesgo de que penetren partículas en los ojos.

### **Prendas de protección personal**

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

#### **7.1.10.6 Izado y armado de apoyos**

### **Riesgos Detectables**

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

### **Medidas de seguridad**

- No participarán en el armado de apoyos ningún operario con antecedentes de vértigo o epilepsia.
- Los desplazamientos de operarios por los apoyos se realizarán con las manos libres y siempre bien sujetos por el cinturón de seguridad.

- Se utilizarán grúas adecuadas (camión grúa, pluma...) según el peso y la altura, para el izado del apoyo. Cuidándose mucho de no sobrepasar la carga máxima autorizada.
- El manejo de la misma lo realizará siempre personal especializado.
- La grúa deberá estar en todo momento perfectamente nivelada.
- La elevación de las cargas deberá realizarse lentamente, evitando todo arranque o paro bruscos.
- Las maniobras deberán ser dirigidas por personal especializado, debiendo ser una única persona la encargada de dirigir al operador.
- En ningún momento deberá permanecer ninguna persona sobre las cargas ni sobre la maquinaria.
- La permanencia o circulación bajo carga suspendida queda terminantemente prohibida.
- Se tomarán especiales cuidados en la vestimenta cuando se trabaje con soldaduras.
- Una vez izado el apoyo deberá dejarse debidamente aplomado y estable.
- El armado del apoyo se realizará cuando el cimiento esté consolidado.
- Los apoyos sin hormigonar nunca se dejarán izados en ausencia de personal.
- Las herramientas y materiales no se lanzarán bajo ningún concepto, siempre se subirán y bajarán con la ayuda de cuerdas.
- Los trabajadores que realicen estos trabajos deberán usar cinturones portaherramientas.

### **Prendas de protección personal**

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

#### **7.1.10.7 Montaje y apriete de tornillería**

### **Riesgos Detectables**

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

### **Medidas de seguridad**

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

### **Prendas de protección personal**

- Cascos de seguridad
- Cinturón de seguridad que se amarrará a partes fijas de la torre.

- Ropas y guantes adecuados.
- Botas de seguridad.

#### ***7.1.10.8 Colocación de herrajes y aisladores. Tendido, tensado y engrapado de conductores***

##### **Riesgos Detectables:**

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

##### **Medidas de seguridad**

- Estas labores serán realizadas por personal especializado.
- El personal realizará su trabajo siempre con cinturón de seguridad sujeto a las partes fijas del apoyo y con las manos libres.
- Se entenderán la zona interior de los apoyos y las proyecciones de las crucetas como zonas peligrosas.
- Los gatos que soporten las bobinas dispondrán de elementos de frenado que impidan el movimiento rotatorio de la bobina.
- Las poleas de tendido deberán amarrarse adecuadamente a las cadenas de aisladores.
- En las operaciones de tensado y flechado, los apoyos fin de línea deberán estar arriostrados, de manera que no sufran esfuerzos superiores a los previstos en las condiciones normales de trabajo.
- Durante las operaciones de tendido y tensado el operario no deberá permanecer dentro del radio de acción del conductor.
- Para efectuar correctamente estas operaciones se usarán aparatos radioteléfonos, y de esta manera transmitir todas las órdenes de parada y puesta en marcha del tendido, o poner la alerta de cualquier imprevisto.
- Con el fin de evitar las descompensaciones de las crucetas, el flechado se realizará alternativamente en cada cruceta.
- Si fuera necesario, en los cruces con carreteras, ríos, calles, otras líneas... se instalarán protecciones (pórticos), según el tipo de cruzamiento, con el fin de proteger la zona de cruce, con el fin de evitar daños a terceros.
- Los cables se procurará pasarlos sobre cualquier obstáculo existente, de esta manera se evitarán resistencias a la hora de realizar el tendido.

##### **Prendas de protección personal**

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

### **7.1.10.9 Uso de maquinarias y herramientas**

#### **Riesgos Detectables**

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

#### **Medidas de seguridad**

- Estas labores serán realizadas por personal especializado.
- El personal realizará su trabajo siempre con cinturón de seguridad sujeto a las partes fijas del apoyo y con las manos libres.
- Se entenderán la zona interior de los apoyos y las proyecciones de las crucetas como zonas peligrosas.
- Los gatos que soporten las bobinas dispondrán de elementos de frenado que impidan el movimiento rotatorio de la bobina.
- Las poleas de tendido deberán amarrarse adecuadamente a las cadenas de aisladores.
- En las operaciones de tensado y flechado, los apoyos fin de línea deberán estar arriostrados, de manera que no sufran esfuerzos superiores a los previstos en las condiciones normales de trabajo.
- Durante las operaciones de tendido y tensado el operario no deberá permanecer dentro del radio de acción del conductor.
- Para efectuar correctamente estas operaciones se usarán aparatos radioteléfonos, y de esta manera transmitir todas las órdenes de parada y puesta en marcha del tendido, o poner la alerta de cualquier imprevisto.
- Con el fin de evitar la descompensación de las crucetas, el flechado se realizará alternativamente en cada cruceta.
- Si fuera necesario, en los cruces con carreteras, ríos, calles, otras líneas... se instalarán protecciones (pórticos), según el tipo de cruzamiento, con el fin de proteger la zona de cruce, con el fin de evitar daños a terceros.
- Los cables se procurará pasarlos sobre cualquier obstáculo existente, de esta manera se evitarán resistencias a la hora de realizar el tendido.

#### **Prendas de protección personal:**

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

### **7.1.11 Instalación eléctrica provisional en la obra**

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

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

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

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

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

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

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

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

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

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

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

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

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

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

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

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

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

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

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con manto aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m. medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.

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

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

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

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

### **7.1.12 Señalización**

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

Cuando por cruzamientos sea necesario advertir de los límites de velocidad y altura, estrechamiento de la calzada, etc. se colocarán estas señales antes y depuse del lugar de trabajo, a la distancia reglamentadas para cada tipo de carretera. 13 de octubre de 2020

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

## **7.2 Gestión de residuos**

De acuerdo con el artículo 4.1 del RD 1015/2008, el productor de residuos tiene la obligación de incluir en el proyecto la realización del estudio de Gestión de residuos

### **7.2.1 Objetivo**

Este documento tiene por objetivo el cumplimiento de la ley 22/220011 del 28 de julio, sobre residuos y la legislación vigente que regula la gestión de residuos en el proyecto de la línea MT de SE de Reus al polígono Agroreus.

### **7.2.2 Productor**

El productor de residuos es la persona física o jurídica titular de la licencia de obra. El productor está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos producidos en la obra han sido gestionados correctamente por un gestor autorizado, como se indica en RD 105/2008.

Se deberá tener disponible durante los 5 años venideros a la finalización de la obra, la documentación que haga referencia a la gestión de residuos del proyecto.

### **7.2.3 Poseedor**

El poseedor de RCD es la persona física o jurídica que tiene en su poder los residuos de demolición o construcción de la obra, i que no es un gestor de residuos autorizado. En este caso pueden ser poseedores el constructor, los trabajadores autónomos y las subcontrataciones.

Con los RCD se procederá de la siguiente forma:

- Reutilización
- Reciclaje
- Otras formas de valoración

El poseedor está obligado a separar los diferentes tipos de residuos en los contenedores adecuados para la posterior recogida del gestor autorizado. La zona de reciclaje será adecuada y se mantendrá ordenada por parte del poseedor. Éste, se hará cargo de los gastos y trámites de la gestión de residuos por parte de un gestor autorizado.

### **7.2.4 Gestor**

Según el Real Decreto 105/2008 el gestor ha de cumplir:

Además de las recogidas en la legislación sobre residuos, el gestor de residuos de construcción y demolición cumplirá con las siguientes obligaciones:

- En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.
- Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en la letra a). La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
- Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, en los términos recogidos en este real decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento,

transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.

- En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

### **7.2.5 Estimación de la cantidad de residuos**

Para cada obra se indicarán los tipos de residuos que se pueden generar, como indica la lista europea de residuos, publicada por Orden MAM/304/2002 del Ministerio de Medio Ambiente, del 8 de febrero, o sus modificaciones posteriores, en función de las categorías de Niveles 1 y 2.

#### **RCD de Nivel 1**

Son los residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística, o bien planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de movimiento de tierras generados por el transcurso de las obras. Se trata, por lo tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminantes, procedentes de obras de excavación.

#### **RCD de Nivel 2**

Estos son los residuos generados principalmente de las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliar y de la implantación de servicios.

Realizaremos una estimación del volumen de residuos generados en la obra, suponiendo que el 90% de las tierras excavadas no se reutiliza, y para la zanja un 40% de la tierra tampoco se podrá reutilizar, irán a residuos.

ESTIMACIÓN DE RESIDUOS	
Volumen de cimentación de apoyos	255,38 m <sup>3</sup>
Volumen de tierras no reutilizables de los apoyos	229,84 m <sup>3</sup>
Volumen de tierra extraída en zanjas	186,97 m <sup>3</sup>
Volumen de tierras no reutilizables en zanjas	57,53 m <sup>3</sup>

Volumen de tierras a gestionar	234,33 m <sup>3</sup>
--------------------------------	-----------------------

**Tabla 13.** Estimación de residuos

### ***7.2.6 Medidas de prevención para la generación de residuos***

La primera prioridad respecto a la gestión de residuos es minimizar la cantidad de estos, con el fin de conseguirlo, se pueden seguir unas pautas de prevención de generación de residuos aplicada durante la fase de ejecución del proyecto:

- Todos los agentes que intervienen en la obra tendrán que conocer sus obligaciones en relación con los residuos, y cumplir las órdenes y normas dictadas por la dirección técnica.
- Se deberá optimizar la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de la obra, dado que un exceso de materiales representa directamente residuos sobrantes.
- Utilización de elementos prefabricados.
- Si se realiza la clasificación de residuos, hará falta disponer de los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. La separación selectiva de los residuos se debe llevar a cabo en el momento en que éstos se originen, pues una vez mezclados, dificulta la operación de estos.
- Los contenedores, depósitos, sacos y otros recipientes de almacenamiento y transporte deberán ir adecuadamente señalizados.
- Se debe impedir que los residuos líquidos y orgánicos se mezclen con el resto de los residuos y que los contaminen. Todo debe ir en su contenedor o saco adecuado.
- Se reutilizarán los encofrados y medios auxiliares dentro de lo posible, además, se realizará la devolución de los embalajes y envases. En el caso de que reutilicemos residuos, debemos indicar el tratamiento que se le ha aplicado, si es el caso.