



**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**Grado en Ingeniería Eléctrica**

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

**TFG. Nº: 770G02A120**

**TÍTULO: PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECAÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.**

**AUTOR: ALFONSO ARGÜESO LOPEZ**

**TUTOR: ANTONIO COUCE CASANOVA**

**FECHA: FEBRERO DE 2016**

**Fdo.: EL AUTOR**

**Fdo.: EL TUTOR**

**INDICE GENERAL:**

- 1.- Memoria**
- 2.- Anexo Cálculo Dimensionamiento Eléctrico**
- 3.- Anexo Cálculos Mecánicos**
- 4.- Planos**
- 5.- Pliego de Condiciones**
- 6.- Estado de Mediciones**
- 7.- Presupuesto**
- 8.- Estudio de Seguridad y Salud**
- 9.- Plan de Control de Calidad**

**TÍTULO: PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.**

---

## **MEMORIA**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: FEBRERO DE 2016**

**AUTOR: EL ALUMNO**

**Fdo.: ALFONSO ARGÜESO LOPEZ**

## ÍNDICE

<b>1 MEMORIA</b> .....	3
<b>1.1. Objeto</b> .....	3
<b>1.2. Localización</b> .....	3
<b>1.3. Alcance</b> .....	4
<b>1.4. Antecedentes</b> .....	5
<b>1.5. Normas y referencias</b> .....	8
<b>1.5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas</b> .....	10
<b>1.5.2. Bibliografía</b> .....	11
<b>1.5.3. Programas de cálculo</b> .....	12
<b>1.5.4. Otras referencias</b> .....	12
<b>1.6. Definiciones y abreviaturas</b> .....	12
<b>1.7. Requisitos de diseño</b> .....	18
<b>1.8. Análisis de las soluciones</b> .....	19
<b>1.9. Resultados finales</b> .....	20
<b>1.9.1. Línea Aérea de Contacto</b> .....	20
<b>1.9.2. Elementos de sustentación: Cimentaciones y postes</b> .....	26
<b>1.9.3. Ménsulas</b> .....	30
<b>1.9.4. Equipos de compensación</b> .....	33
<b>1.10. Orden de prioridad entre los documentos básicos</b> .....	35

## **1 MEMORIA**

### **1.1. Objeto**

El objeto del presente Proyecto es definir técnica y económicamente las actuaciones y requisitos, tanto funcionales como operacionales, para la realización de las instalaciones de la línea aérea de contacto para el tramo de ferrocarril de Alta Velocidad Taboadela - Seixalbo (Ourense) de la Línea de AVE Madrid-Galicia.

La justificación de dicha instalación se detalla en los Anexos correspondientes y está calculada en base a los requisitos normativos existentes tanto a nivel eléctrico como mecánico demostrándose viable su construcción y funcionalidad.

### **1.2. Localización**

El tramo "Taboadela - Seixalbo" que nos ocupa se desarrolla entre los PP.KK. 0+000 y 2+689 del trazado previsto, dando continuidad a los tramos "Ponte Ambía - Taboadela", en el inicio, y "Seixalbo – Túnel de Montealegre", en el final. El trazado, de 2689 m de longitud, se sitúa a unos 5 km al sur de la ciudad de Ourense, en su inicio atravesando terrenos pertenecientes a los términos municipales de Taboadela, San Cibrao Das Viñas y Ourense, provincia de Ourense, en la Comunidad Autónoma de Galicia.

El tramo discurre por un medio rural con pequeñas localidades y agrupaciones de viviendas aisladas (Espíñeiro, Mesón de Calvos, Santa Leocadia y Rante), con una mayor densidad de viviendas en las zonas menos abruptas del trazado (básicamente la parte inicial del tramo) y un medio más rural de prados y monte de pinos y robledales con amplias zonas de matorral en las zonas de mayor relieve correspondientes a la parte intermedia del tramo (alrededores de Rante). Así mismo, en la parte final del tramo destacan los núcleos de población de Seixalbo, Bemposta y Zaín, con una mayor densidad de viviendas, y otras construcciones, formando un medio periurbano, a mayor proximidad de la ciudad de Ourense y un medio más rural de prados y monte de pinos y castaños con

mucho monte bajo en las zonas de mayor relieve correspondientes a la parte intermedia del tramo (alrededores del río Barbaña).

### **1.3. Alcance**

Las instalaciones desarrolladas en el presente proyecto son las siguientes:

- Línea aérea de contacto tipo C-350.

El sistema de línea aérea de contacto comprende:

- Los postes de catenaria y feeder a ambos lados de las vías y soportes auxiliares que lo componen, así como las cimentaciones para la fijación de los mismos.

No están incluido en el alcance del proyecto todas las instalaciones de conexión, alimentación, seccionamientos, telemando y protecciones eléctricas destinadas a la conexión de la catenaria del ferrocarril a la fuente de alimentación.

Las obras objeto de este proyecto se sitúan a lo largo de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Galicia y entre los siguientes puntos kilométricos del proyecto:

- Inicio del proyecto: p.k. 0/000 del Proyecto de Construcción de Plataforma del Corredor Noroeste de Alta Velocidad. Tramo Taboadela-Seixalvo. Corresponde con el p.k. 116/960 absoluto, situado en el término de Taboadela.
- Final del proyecto: se corresponden con p.k. 2+089 absoluto, situado en el término de Seixalbo.

#### **1.4. Antecedentes**

Como antecedentes para la realización del presente proyecto se han tomado las siguientes consideraciones:

El Plan Estratégico de las Infraestructuras y Transporte, redactado por el Ministerio de Fomento incluye en su contenido la viabilidad técnica y económica para la ejecución del ferrocarril de Alta Velocidad Madrid-Galicia.

El tipo de plataforma ferroviaria detallada en el Anexo de cálculos mecánicos y eléctricos y en el Anexo de Planos permite el diseño e instalación de un tipo de Línea Aérea de Contacto como la descrita en el presente proyecto.

A continuación se detallan los distintos aspectos que han sido considerados en el diseño de la catenaria así como los métodos y soluciones a emplearse:

#### **El entorno**

Las facetas del entorno que influyen en la catenaria son:

- La climatología, particularmente el hielo y el viento.
- La infraestructura de vía, es decir curvas y pendientes.
- La infraestructura energética del territorio, es decir, las líneas existentes en la zona y la potencia de cortocircuito en los puntos de alimentación.
- La contaminación atmosférica.
- Todos estos factores deben tenerse en cuenta en el diseño de los elementos, tanto desde el punto de vista eléctrico como mecánico, según se indicará en los apartados correspondientes.
- La catenaria, por su parte, también influye en el entorno, particularmente las catenarias de alta velocidad ya que a velocidades inferiores a los 200 km/h las potencias a conducir disminuyen considerablemente.

Estas influencias son:

- Sobre las aves, que en zonas ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves) y de paso pueden chocar con los conductores originando muertes de aves y averías en la línea, particularmente en épocas de grandes concentraciones, como los estorninos en otoño, que producen cortocircuitos instantáneos al formarse cadenas de pájaros que puentean aisladores.
- Sobre las líneas paralelas a su trazado, particularmente de baja tensión y telefónicas no digitalizadas, pues las elevadas intensidades pueden inducir tensiones que es preciso tener en cuenta.
- Sobre personas y animales que puedan transitar por las inmediaciones de los elementos de la línea, postes principalmente, en que las tensiones de paso y contacto que se originan en casos de avería pueden resultar peligrosas.
- Al igual que las influencias del entorno sobre la línea, los efectos que produce la línea en sus alrededores deben tenerse en cuenta al estudiar la línea desde el punto de vista eléctrico y mecánico.

Los reglamentos:

Los efectos que en uno y otro sentido se producen entre catenaria y entorno se recogen normalmente en los reglamentos nacionales y, en Europa, en las normas CENELEC, que indican los valores que deben cumplir los distintos parámetros de la catenaria.



### **Aspectos eléctricos**

Tal como se ha indicado anteriormente, la línea está influida por la infraestructura energética del entorno y debe tener en cuenta sus efectos sobre el mismo. Además la línea debe cumplir con el fin para el que se instala, es decir, debe ser capaz de conducir la energía necesaria sin calentamientos de los conductores excesivos y debe mantener una tensión en el pantógrafo, que de acuerdo con la Especificación Técnica de Interoperabilidad, debe ser superior a los 19 kV en condiciones normales y debe mantenerse en condiciones degradadas entre 17 y 19 kV durante un periodo no superior a 2 minutos.

### **Aspectos mecánicos**

Una vez que el estudio eléctrico ha determinado la composición y secciones de los conductores de la catenaria es preciso acometer el diseño mecánico que debe constar de los siguientes pasos:

- Determinación de los vientos en la zona recorrida por la línea. Con estos datos y las indicaciones del Eurocódigo y de la Norma EN 50119 se determina el valor de las presiones de viento sobre conductores y sobre estructuras en los dos casos de límite de rotura y de límite de servicio.
- Determinación de los vanos (Distancia entre postes contiguos de la catenaria) a emplear en recta y en curvas de distintos radios, de modo que con las presiones de viento calculadas para un solo vano, ver que no de lugar a deformaciones del hilo de contacto tales que pueda quedar fuera de la zona barrida por el pantógrafo y de acuerdo con las normas.
- Determinación de las tensiones de los cables de la catenaria. Este punto es uno de los más delicados porque afecta al comportamiento dinámico de la catenaria.
- Determinación de las tensiones de los cables no compensados, es decir feeders y cables de retorno, de acuerdo con la norma EN 50119.

- Determinación de la resistencia y deformación de los postes, para lo que previamente se ha debido diseñar el tipo de poste a emplear. Como ejemplo, en Alemania se emplean postes de hormigón, en Francia postes de doble T y en España postes de presillas o diagonales. Esta resistencia debe calcularse en los dos casos de límite de rotura y de límite de servicio.
- Determinación de la cimentación a emplear para cada tipo de poste, para lo que previamente debe decidirse si se emplean cimentaciones hincadas, perforadas o
- Determinación de los esfuerzos que se transmiten a los postes en cada tipo de utilización y tanto para límite de rotura como para límite de servicio, y asignación del tipo de poste más adecuado de acuerdo con los cálculos realizados anteriormente.
- Una vez diseñado la instalación se replantea sobre plano la instalación y se calculan las ménsulas y las péndolas para que la instalación pueda construirse

### **1.5. Normas y referencias**

El presente proyecto ha sido redactado teniendo en consideración la siguiente normativa nacional e internacional:

UIC 798 Criterios de dimensionamiento para catenaria de Alta Velocidad.

UIC 799 Características de catenaria de corriente alterna.

UNE-EN 50119: Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Líneas aéreas de contacto para tracción eléctrica.

UNE-EN 50121-1: Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad Electromagnética. (Partes 1 a 4).

UNE-EN 50122-1: Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Parte 1: Medidas de protección relativas a seguridad eléctrica y puesta a tierra en instalaciones fijas.

UNE-EN 50149: Aplicaciones ferroviarias Instalaciones fijas. Tracción eléctrica. Hilos de contacto de cobre y aleaciones de cobre.

UNE-EN 50163: Aplicaciones ferroviarias. Tensiones de alimentación de los sistemas de tracción.

UNE EN 15273 Gálibos ferroviarios.

UNE 36522:1972 - Productos de Acero. Perfil U Normal (UPN). Medidas y tolerancias. [UNE 36522:1972].

UNE-EN 10279:2001 - Perfiles en U de Acero laminado en caliente. Tolerancias dimensionales, de la forma y de la masa. [UNE-EN 10279:2001].

Norma ETI de infraestructura [2002/732/CE: 2002].

UIC 719 R: 1957 Método ORE.

IEC 60077-3: Railway applications – Electric equipment for rolling stock – Part 3. Electrotechnical components – Rules for d.c. circuit – breakers. (Aplicaciones ferroviarias. Equipos eléctricos para el material rodante. Parte 3: Componentes electrónicos. Reglas para interruptores automáticos en corriente continua).

IEC 60077-4: Railway applications - Electric equipment for rolling stock – Part 4. Electrotechnical components - Rules for AC circuit – breakers.

IEC 60077-5: Railway applications - Electric equipment for rolling stock - Part 5: Electrotechnical components - Rules for HV Fuses.

N.A.E. 103 Norma de montaje sobre los anclajes de seguridad para electrificación.

N.A.E. 104 Norma de montaje y mantenimiento de los aisladores de sección para electrificación a 3 kV.

N.A.E. 105 Norma de ejecución excavaciones para macizos de fundación de postes, de anclajes y canalizaciones para la línea aérea de contacto (catenaria).

N.A.E. 106 Norma de ejecución de los macizos de fundación de postes y anclajes (hormigonado) para la línea aérea de contacto (catenaria).

N.A.E. 107 Definición y medida de parámetros geométricos de la línea aérea de contacto (catenaria).

N.A.E. 108 Montaje de sustentador e hilos de contacto de la línea aérea de contacto (catenaria).

N.A.E. 110 Pliego de condiciones técnicas para montaje del cable alimentador feeder (desnudo y aéreo) de la línea aérea de contacto (catenaria).

N.A.E. 111 Ejecución y montaje del cable de tierra de la línea aérea de contacto (catenaria).

N.A.E. 112 Simbología y documentación de la L.A.C.

N.A.E. 113 Normas de ejecución, montaje y tipos de anclaje necesarios para la instalación de diversos tipos de poste.

N.A.E. 120 Guía para el control de calidad en la ejecución de instalaciones ferroviarias de la Línea Aérea de Contacto.

Eurocódigo 1: Acciones estructurales sobre instalaciones.

Publicación del Ministerio de Obras Públicas “Acciones a que deben considerarse sometidas la Líneas Aéreas de contacto de las electrificaciones de Ferrocarriles”, aprobada por Orden Ministerial de 6 de julio de 1945.

### **1.5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas**

En cuanto a la aplicación de legislación, ha sido considerados los siguientes requisitos legales:

Ley 39/2003, de 17 de noviembre, del Sector Ferroviario.

Real Decreto 2387/2004, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento del Sector Ferroviario.

R.B.T. Reglamento Electrónico para Baja Tensión e instrucción técnica complementaria (Ministerio de Ciencia y Tecnología Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2.002, publicado en B.O.E. 18 de septiembre).

R.A.T. 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.

R.C.E. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e instrucciones complementarias.

N.T.E. Normas tecnológicas de la Edificación.

EHE 2008. Instrucción de Hormigón estructural.

PG3 Pliego de prescripciones técnicas para obras.

Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

R.D 1627/97 de disposiciones de seguridad y salud en obras de construcción.

R.D. 614/2001 disposiciones mínimas de seguridad frente al riesgo eléctrico.

### **1.5.2. Bibliografía**

La bibliografía consultada para la redacción del presente proyecto se detalla a continuación:

Técnica Ferroviaria – Alejandro Álvarez Stein. Editorial Tébar.

Tecnología e ingeniería Ferroviaria. Teconología de la Vía – Juan Antonio Villaronte Fernandez – Villa. Delta Publicaciones.

Ingeniería y gestión del mantenimiento en el Sector Ferroviario. – Jose Luis Arques Patón. Ed. Diaz de Santos.

### **1.5.3. Programas de cálculo**

Para la redacción del presente proyecto ha sido utilizado AUTOCAD 2D (autodesk) como herramienta de dibujo técnico.

### **1.5.4. Otras referencias**

Para el estudio de seguridad y salud han sido tenidos en cuenta los siguientes documentos:

NTP-958. Infraestructuras ferroviarias. Mantenimiento Preventivo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene.

NTP-1010. Infraestructuras ferroviarias. Seguridad en la construcción y renovación de la vía.

## **1.6. Definiciones y abreviaturas**

A continuación se enumeran las siguientes definiciones de interés para la comprensión del proyecto:

### **Subestación ferroviaria**

Instalaciones destinadas a transformar la corriente que reciben en otra apta para la tracción, ya sea rebajando su voltaje, rectificándola o variando su frecuencia.

Las subestaciones se dividen por lo general en tres unidades: el parque de alta, el edificio de la subestación y el parque de tracción.

## **Seccionadores**

Son aparatos que sirven para impedir el paso de una corriente eléctrica separando entre sí dos piezas metálicas, generalmente de cobre. Los seccionadores no están concebidos para interrumpir el paso de corriente

Los seccionadores ferroviarios son útiles para aislar eléctricamente tramos, denominados cantones, que permiten la regulación de diferentes líneas ferroviarias.

## **Interruptores**

Son aparatos capaces de interrumpir una corriente que esté circulando.

El interruptor para líneas de alta velocidad es controlado desde un puesto de mando mediante un telemando de accionamiento.

## **Línea Aérea de Contacto (LAC)**

Se conoce como Línea Aérea de Contacto, o catenaria, en el lenguaje ferroviario, a la línea que suministra energía al tren a través de un captador móvil denominado pantógrafo.

Una catenaria de alta velocidad es una línea eléctrica que suministra a los motores del tren potencias muy elevadas mediante el rozamiento de una pletina conductora a velocidades muy altas. Para que esto sea posible y además la instalación sea duradera es preciso que el contacto con la línea sea continuo, sin interrupciones de contacto y con presiones de contacto no muy elevadas para evitar el desgaste acelerado de la línea.



Figura 1.6.1 – Línea aérea de contacto Alta Velocidad

### **Hilo de contacto**

El hilo de contacto es el conductor que, mediante el rozamiento con el pantógrafo del tren, permite la transmisión eléctrica de alimentación al motor.

Para el hilo de contacto de Alta Velocidad se emplea hilo ranurado de cobre de entre 80 y 150 mm<sup>2</sup> de sección con aporte de magnesio para mejorar el comportamiento respecto al desgaste.

Este conductor dispone de dos ranuras que permiten suspenderlos de unos elementos denominados péndolas, dejando libre su cara inferior que ha de rozar con el pantógrafo o captador de tensión.

Para mejorar el comportamiento de la línea de contacto se dispone de una conducción en paralelo. Parte de la corriente circula por la línea de contacto y parte por la de refuerzo, uniéndose cada cierta distancia para mantener un valor más o menos constante de la tensión de catenaria cuando ésta descienda debido a las pérdidas por consumo de los vehículos que se encuentren en el tramo.



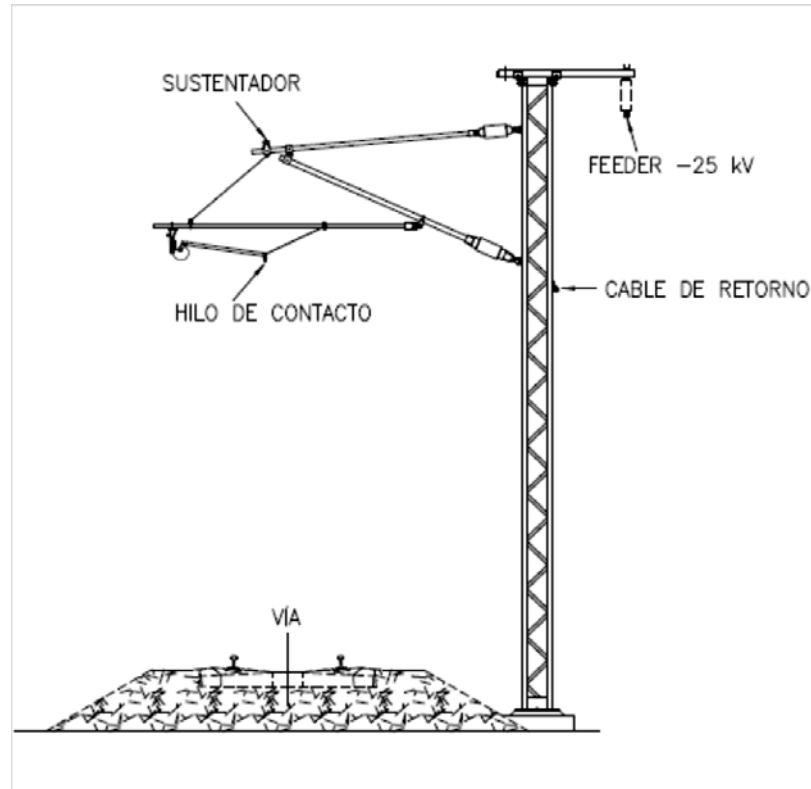


Figura 1.6.2 – Sección tipo electrificación AVE.

### Vano

Longitud horizontal de la parábola que configura la catenaria entre 2 postes o apoyos consecutivos. A medida que se proyecten vanos más largos, disminuye la cantidad de postes necesarios, pero teniendo en cuenta que una reducción elevada de los mismos requerirá un aumento en su resistencia mecánica. Los valores habituales de vanos se sitúan entre 50 y 72 m.

### Postes o apoyos

Los postes destinados a sujetar las catenarias en altura son metálicos, de perfil laminado, siendo perfiles HEB o IPN los más empleados mediante construcción compuesta o reticular.

## Cimentaciones

Los postes se sustentan en el terreno mediante cimentaciones, generalmente del tipo masivas, consistentes en un bloque de hormigón en masa dimensionado para que actúe o bien transmitiendo lateralmente al terreno los momentos flectores que le transmite el poste, o bien sobre una amplia base y pesando lo suficiente para que el momento flector que el poste le transmite no sea capaz de volcarlo.

Los postes se fijan en los macizos de cimentación embebiéndolos en el bloque de hormigón o mediante cuatro espárragos roscados.

## Ménsulas

Su función es suspender el cable sustentador del poste y ofrecer un punto de apoyo al brazo que atiranta el hilo de contacto hacia el poste o hacia el lado contrario a éste.

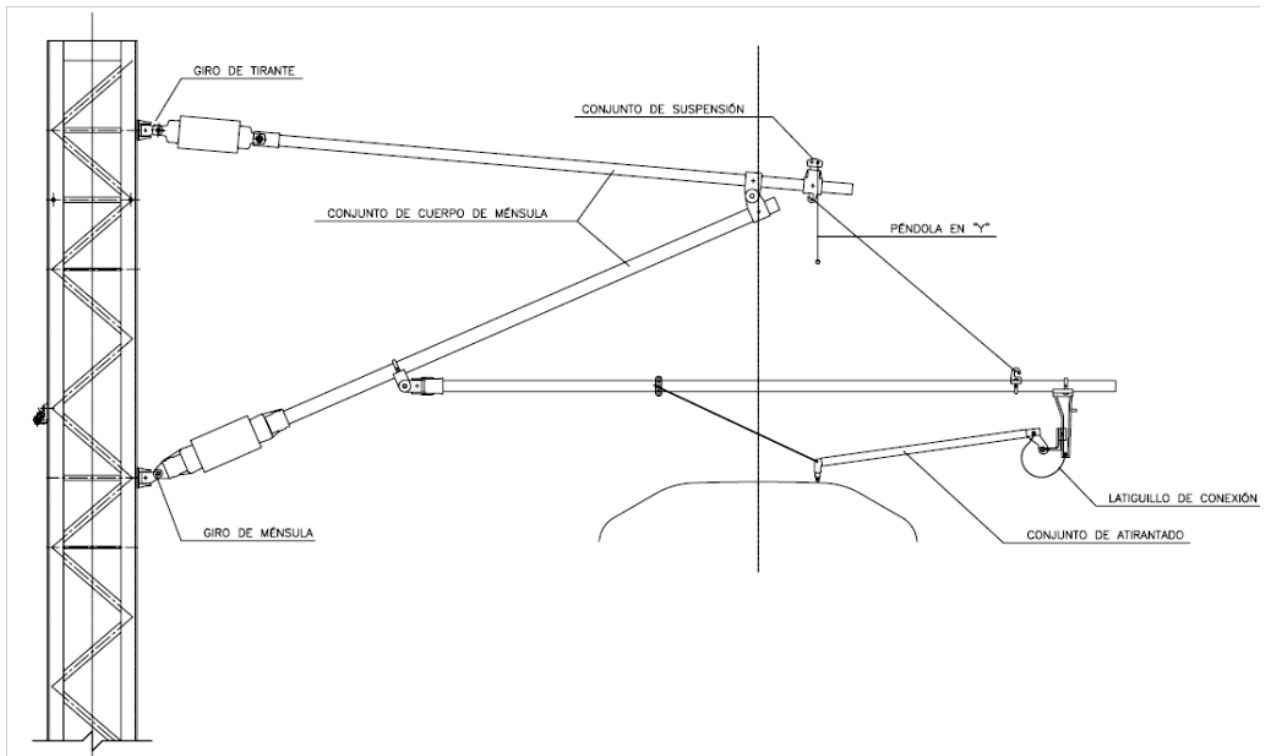


Figura 1.6.3 – Detalle ménsula triangular.

## Sistemas de compensación

Para que una catenaria esté siempre sometida a la misma fuerza de tracción y a la vez pueda dilatarse libremente, el procedimiento más simple es sujetarla por uno de sus extremos y colgarle un peso por el otro.

Los aparatos de compensación se componen de contrapesos, multiplicador de tensión y repartidor de tensión.



Figura 1.5.4 – Sistema de compensación.

## Atirantados

Las catenarias han de colocarse haciendo un zig-zag con respecto al eje de la vía, es decir, descentrándolas en cada poste o suspensión, alternando un descentramiento hacia un lado con otro hacia el contrario. Este descentramiento es necesario para evitar el desgaste y calentamiento del pantógrafo en un punto único.

## 1.7. Requisitos de diseño

Los principales requisitos de diseño a nivel normativo son los siguientes:

- Norma UNE-EN 50119:2009: Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Líneas aéreas de contacto para tracción eléctrica.

Como indica la norma y de forma general, se aplica a todo el sistema de toma de corriente, teniendo en cuenta la línea aérea de contacto y la interacción pantógrafo-catenaria ya que la calidad de la alimentación a los distintos vehículos que circulen por la línea depende de las características de ambos.

Los requisitos del sistema, más significativos, en los que se tiene en cuenta la norma son:

- Características de la línea.
  - Sistema eléctrico.
  - Sistema de toma de corriente.
  - Mecánica de conductores (H.C., sustentador, feeder, etc.).
  - Sistemas de suspensión.
  - Sistema de tensado.
  - Geometría de la línea aérea.
  - Condiciones medioambientales.
  - Postes, pórticos, etc.
  - Otros.
- Norma EN 50163: Aplicaciones ferroviarias.

Tensiones de alimentación de las redes de tracción que definen la tensión nominal declarada del sistema de 25 KV.

- Norma EN 50388: Alimentación eléctrica y material rodante.
- Norma UIC 798 Criterios de dimensionamiento para catenaria de Alta Velocidad.

En cuanto a los datos de perfil geométrico, han sido tenidos en cuenta el recorrido de la línea objeto del estudio eléctrico y mecánico.

Los datos electrotécnicos de la subestación principal y autotransformadores han sido necesarios para el dimensionamiento eléctrico del tramo a electrificar así como en el cálculo de la matriz de impedancias (Ver Anexo Estudio Dimensionamiento eléctrico).

Los perfiles longitudinales y transversales de la vía han sido analizados con el objeto de determinar el tipo de cimentaciones a diseñar para garantizar una correcta fijación de la catenaria (Ver Anexo Cálculos mecánicos).

### **1.8. Análisis de las soluciones**

No ha sido posible plantear un análisis de diferentes soluciones debido a que el tipo de línea aérea de contacto C-350 es la única opción posible según lo establecido en el Plan Estratégico de las Infraestructuras y Transporte, redactado por el Ministerio de Fomento incluye en su contenido la viabilidad técnica y económica para la ejecución del ferrocarril de Alta Velocidad Madrid-Galicia.

El tramo de ejecución de obras del presente proyecto se enmarca dentro de dicho plan, por lo que no tendría sentido plantear otro tipo de infraestructura ferroviaria diferente a los ya ejecutados dentro de dicho plan estratégico nacional.

No obstante, en los anexos de cálculos de dimensionamiento eléctrico y mecánico se justifican técnicamente las soluciones adoptadas en base al cumplimiento de los parámetros establecidos en la normativa aplicable.

## 1.9. Resultados finales

A continuación se describe la solución adoptada para el proyecto.

### 1.9.1. Línea Aérea de Contacto

La solución adoptada para el presente proyecto es la instalación de un sistema de línea aérea de contacto tipo C-350 con catenaria compensada apta para los requerimientos de la instalación cuyas características más relevantes son las siguientes:

- Sistema de catenaria simple poligonal atirantada en todos los perfiles, vertical, sin flecha en el hilo de contacto y formada por un sustentador, un hilo de contacto y péndolas equipotenciales, compensada mecánicamente y apta para circular a 350 km/h, que satisfagan los requerimientos de normativa para este tipo de líneas y en particular la E.T.I. del subsistema energía y la norma UNE EN 50119 para la velocidad de circulación de 350 km/h.
- Sistema de alimentación a la catenaria: c.a. 2 x 25 kV 50 Hz. Tensión nominal del sistema 25 kV, según UNE EN 50163.
- Sistema de retorno de tracción con cable de retorno y carril principal de retorno.
- La velocidad de diseño de la catenaria es de 350 km/h.
- Se adopta como gálibo el gálibo cinemático GC (de acuerdo con la norma UNE-EN- 15.273. Aplicaciones ferroviarias. Gálibos).
- La catenaria es apta para su empleo en una línea tipo Ic, es decir Frecuencia de trenes cada seis minutos por sentido.

La Potencia utilizada por el tren a través del pantógrafo es de 8 MW a desarrollo máximo.

Condiciones medioambientales:

- Temperatura ambiente mínima:  $-10^{\circ}\text{C}$
- Temperatura ambiente máxima:  $50^{\circ}\text{C}$
- Temperatura máxima en conductores:
  - o Sustentador:  $80^{\circ}\text{C}$
  - o Hilo de contacto:  $100^{\circ}\text{C}$
- Velocidad de referencia de viento: 120 km/h

El sistema de línea aérea de contacto tipo C-350 que se adopta se compone de las siguientes partes:

- Catenaria propiamente dicha: formada por un cable sustentador, un hilo de contacto y péndolas equipotenciales.
- Elementos de sustentación: cimentaciones, ménsulas, postes y pórticos.
- Elementos de conexión: seccionadores, cables.
- Circuito de retorno.
- Protecciones.

Las características generales del sistema son las siguientes:

Características geométricas:

- Altura del hilo de contacto nominal 5,3 m

Descentramiento del hilo de contacto:

- Máximo por efecto del viento transversal: 400 mm
- Nominal:  $\pm 0,2$  m
- En agujas y seccionamientos:  $\pm 0,3$ m

Vano

- Máximo en vía general 64 m

El vano normal entre apoyos atenderá a:

- Criterios de descentramiento
- Tense radial mínimo y máximo
- Desplazamiento lateral máximo producido por el viento
- Obstáculos o puntos singulares (pasos superiores, desvíos, etc)
- Variación máxima de longitud entre vanos consecutivos 10 m
- Longitud mínima de péndola: 0,25 m

Distancia de colocación de postes entre eje de vía y eje de poste:

- Nominal: 3,35m
- Mínima (por interferencia con canaleta) 3,15m

#### **Aislamiento eléctrico:**

Distancia de aislamiento entre partes en tensión

La distancia entre partes en tensión y tierra es la especificada en la tabla que aparece en la norma UNE EN 50.119:

Tensión	Distancias en el aire recomendadas	
	Estática	Dinámica
25 kV ca	270 mm	150 mm

Tabla 1.9.1.1 – Distancias entre partes en tensión y tierra.

Para el sistema de 2 x 25 kV con autotransformador, al existir una diferencia entre fases de 180° entre todos los elementos comunes del feeder y todos los elementos comunes a la línea de contacto aérea, las tensiones que aparecen son mayores.

Para sistemas convencionales de corriente alterna la diferencia de fase de 120° producirá un efecto similar entre las zonas neutras.



La tabla que aparece en la norma EN 50.119 indica las distancias entre partes en tensión adyacentes de diferentes fases:

Tensión nominal	Diferencia de fases	Tensión relativa	Distancia en el aire recomendada	
			Estática	Dinámica
25 kV	120 °	43,3 kV	400mm	230mm
25 kV	180 °	50 kV	540mm	300mm

Tabla 1.9.1.2 – Distancias entre partes en tensión adyacentes.

### Tipología de los conductores adoptada.

La tipología de los conductores adoptada es la propia de la catenaria C-350:

- Sustentador: Cable de Cobre de 95 mm<sup>2</sup>. C-95 UNE 207015.
  - o Carga de rotura mínima: ..... 35,25 kN
  - o Tensión de trabajo: ..... 15,45 kN
  - o Coeficiente de seguridad: ..... 2,28
  - o Peso por metro: ..... 0,866 Kg/m
  - o Corriente permanente a 80°C: ..... 385 A
  
- Hilo de contacto: Cu Mg 0,5 BC-150 mm<sup>2</sup> UNE-EN 50149.
  - o Carga de rotura mínima: ..... 68,4 kN
  - o Tense: ..... 31,5 kN
  - o Masa: ..... 1,293-1,374 kg/m
  - o Resistencia máxima a 20 °C: ..... 0,191 Ω/km
  
- Cable de retorno: Cable Aluminio – Acero LA 110 mm<sup>2</sup> (94AL1/22ST1A) UNE-EN 50182.
  
- Péndolas de Bronce II de 16 mm<sup>2</sup> DIN 43138.

En lo que respecta al feeder de –25 kV, se adopta:

- Feeder –25 kV: Cable Aluminio-Acero LA 280 según EN 50182
  - o Sección transversal: ..... 281,1 mm<sup>2</sup>
  - o Resistencia a la tracción asignada: ..... 84,89 kN
  - o Masa: ..... 0.976 kg/m

## **Seccionadores**

Se emplearán seccionadores de cuchillas con giro en uno de sus extremos y con posibilidad de apertura en carga de la corriente nominal en aquellos puntos en que sea preciso efectuar maniobras sobre una catenaria de vía principal (seccionadores de los seccionamientos de aire).

En puestos en paralelo y maniobras sobre vías secundarias (puenteo de aisladores de sección) se emplearán seccionadores con apertura en vacío.

Los seccionadores de 2x25 son bipolares con un único mando excepto en los de alimentación a zonas neutras que pueden ser unipolares.

El mando eléctrico habrá de ser telemandado y estar dotado de los contactos auxiliares necesarios para señalar su posición, e indicar la presencia o ausencia de tensión en cada lado de la línea a conectar. La alimentación de los mandos de los seccionadores se hará desde el Edificio Técnico más próximo o desde un transformador situado en las proximidades.

Todos los seccionadores citados son de apertura en vacío, con la excepción de los instalados en el puente de seccionamientos de aire de 2x25 en PB, PAET y estaciones, que son de apertura en carga para posibilitar las maniobras sin necesidad de cortar la alimentación de las vías.

Los seccionadores de apertura en carga son de intensidad de corte de 2000 A. para lo que van equipados de una cámara de ruptura apropiada.

Los seccionadores de apertura en vacío son de corriente nominal 1.700 A, para catenaria y de la corriente adecuada en el aislamiento de transformadores de alimentación.

### **Aisladores**

Los aisladores a emplear serán de porcelana o de vidrio templado.

Se emplearán aisladores de vidrio en aquellos puntos en que el aislador esté sometido a esfuerzos de tracción superiores a los 2 kN.

En los casos en que los aisladores estén sometidos a esfuerzos alternativos, como es el caso de algunos tirantes de ménsula, se emplearán aisladores de porcelana, cuyo coeficiente de seguridad sea superior a 8.

Para suspensión de *feeders* y anclaje de cualquier cola se emplearán aisladores de vidrio templado. Los ensayos de los aisladores se harán de acuerdo con las Especificaciones de la Comisión Electrotecnia Internacional.

Para la elección de la línea de fuga de los aisladores se seguirá a lo dispuesto en las Normas de la Comisión Europea Internacional (CEI).

La longitud de línea de fuga aconsejada para líneas de 25 kV nominales entre fase y tierra, que suponen una tensión máxima no permanente de 29.000 V [UNE-EN-50163, 2006], es la siguiente, según la polución de las zonas atravesadas:

- Polución ligera: 803 mm.
- Polución media: 1004 mm.
- Polución fuerte: 1255 mm.
- Polución muy fuerte: 1557 mm.

En la mayor parte de la línea, se empleará el aislador correspondiente a polución ligera, es decir aislador de porcelana tipo 1 y tres aisladores E-70 de vidrio.

### **1.9.2. Elementos de sustentación: Cimentaciones y postes**

#### **Cimentaciones**

Los macizos de cimentación para los postes de catenaria serán de hormigón armado de tipo cilíndrico.

El hormigón a emplear será tipo Hormigón para armar HA-25/B/20/IIa (norma EHE) con los aditivos necesarios por condiciones especiales o agresividad del terreno tales como terrenos sulfurosos etc.

Las armaduras serán de acero corrugado para armar, tipo B500S (norma EHE).

De la armadura de los macizos sobresaldrán cuatro barras que servirán como pernos de fijación para los postes, no siendo la longitud de estas un tal que suponga un peligro para las personas.

Las barras serán del tipo GEWI para permitir la fijación del poste mediante tuercas. Los pernos que sobresalen del macizo deberán ser galvanizados en toda su longitud, de modo que el galvanizado llegue a unos 15 cm como mínimo por debajo del terreno. Los extremos atornillados de los cáncamos y una vez fijados y nivelados los postes, deberán protegerse eficazmente mediante terminales termoplásticos.

El diseño de la cimentación debe ser tal que la posición final del poste quede de modo que su parte inferior (placa o perfil de fijación) quede a 15 cm de la capa de subbalasto, permitiendo un máximo de 20 cm solo en situaciones que se justifiquen debidamente.

El tipo de cimentación dependerá del tipo de poste a emplear y de las características y capacidad de carga del terreno, donde se realice la cimentación.

La cara superior de los macizos se replanteará a una altura del plano de rodadura medio de la vía de unos 0,70 m.

La ejecución de la excavación se realizará mediante máquina rotoperforadora, ya sea cazo o hélice, retirada de los materiales procedentes de la excavación escombros, colocación de armaduras y hormigonado.

La fijación de las armaduras se realizará mediante la plantilla adecuada. La plantilla se dispondrá de modo que la armadura quede a una distancia de al menos 5 cm del terreno.

La fijación de los postes y anclajes en los viaductos se realizará utilizando las esperas preparadas en los viaductos a tal fin, y en el caso de que éstas no están realizadas, se practicarán taladros pasantes alojando en cada uno de ellos varillas roscadas debidamente protegidas mediante sellado de las mismas colocando herrajes tanto en la parte superior como inferior del macizo. En este caso todos los elementos serán de acero galvanizado.

La fijación de los postes y el forjado del viaducto o estructura se formarán a modo de 'sandwich' de modo que la fijación del poste o anclaje quede asegurada. Los huecos sobrantes de los taladros se rellenarán de una pasta sellante adhesiva tipo Sikadur 42 o similar, apta para su uso en intemperie. En caso de que los taladros se ejecuten una vez protegida la superficie del viaducto por tela asfáltica u otro sistema análogo, se procederá al sellado del mismo para evitar filtraciones.

Cada cimentación irá provista de una puesta a tierra independiente mediante pica. Se incluirá un latiguillo de conexión para su unión eléctrica al poste cuando éste se fije. Para la conexión eléctrica se empleará un cable de cobre de 50 mm<sup>2</sup> aislado en pvc 0,6/1 kV para evitar rozaduras.

Se fijará a la pica y al poste mediante un terminal adecuado.

Los postes se fijan a las cimentaciones dejando un espacio entre la parte superior del macizo y la base del poste de unos 10 - 15 cm, de manera que permita el aplomado del poste. Para ello se hormigona la cimentación hasta enrasar con la capa de subbalasto o una altura de pocos cm sobre ésta. Tras la fijación de los postes y su nivelación final, se procederá a su relleno mediante un mortero de

hormigón pobre y al sellado de los pernos mediante pintura bituminosa o envoltorio de plástico.

Se podrán realizar ensayos obteniendo probetas del propio macizo, debiendo obtenerse como mínimo la resistencia correspondiente al tipo de hormigón especificado.

#### Planos de definición:

Plano Nº 5: Cimentación.

#### **Postes**

Los postes a utilizar para sustentar las catenarias serán de acero S275JR galvanizado.

Los postes están compuestos por dos perfiles laminados tipo UPN en paralelo unidos mediante diagonales (postes abiertos).

El acabado de los postes será pintado con el color corporativo de ADIF. El recubrimiento se realizará con un recubrimiento de pintura Esmalte Poliuretano Alifático Brillante de color verde RAL-6009. (Color corporativo del ADIF)

En general, la altura de los postes es de 8,55m, lo que permite un ligero ángulo en el tirante.

Para anclajes de seccionamiento o postes que tengan que incorporar equipos de compensación de la tensión mecánica, la altura de los postes será de 9,45m.

En puentes y viaductos se emplearán los mismos tipos de poste que en vía general, cambiando únicamente el tipo de cimentación utilizado.

Los postes metálicos deben cumplir las siguientes condiciones:

- Deberán estar calculados para soportar todos los esfuerzos a que están sometidos (catenaria, cable de retorno, feeders, etc).

- La base de los postes estará provista de angulares que facilitará su fijación a la cimentación, poniendo especial atención a la distancia entre taladros, así con la distancia de estos a los bordes de forma que cumplan la normativa vigente, y con un coeficiente de seguridad mínimo de 1,75.
- La configuración se realizará de forma que se realice la soldadura sin que queden oquedades en la base del poste, permitiendo por otra parte la penetración del galvanizado.
- Los postes saldrán de fábrica o taller con los taladros correspondientes a la fijación de los mismos, a la conexión a la pica de puesta a tierra, a la fijación de ménsulas y herrajes y un taladro adicional en cada montante para fijar el pin, bulón o referencia topográfica.
- Deberán llevar incorporados letreros de identificación del tipo de poste y en donde figure su numeración, así como casquillos o bulones para su referencia topográfica.
- Estarán calculados para que su deformación al estar bajo cargas variables no altere la geometría de la catenaria fuera de los límites admisibles.
- La distancia de colocación normal de poste a eje de vía será de 3,35 m. Esta distancia está prevista para dejar un espacio de 5 cm entre cara de macizo y canaleta cuando el macizo de cimentación es de 80 cm de diámetro como máximo. En el caso de que la sección de plataforma no lo permita, deberá justificarse el gálibo, siendo este superior al de obstáculos.
- Los postes deberán incorporar elementos que impidan el fácil acceso a las partes altas (en tensión eléctrica).
- El anclaje a la cimentación se realizará mediante tuercas roscadas en los cáncamos, pernos GEWI o varillas roscadas que sobresalen de la cimentación. Los postes varían según su función y su altura.
- Para el transporte, se utilizarán unos útiles especiales que eviten su roce entre sí y con otros elementos que puedan dañar la superficie de los mismos.
- Los postes situados en zonas de vandalismo o paso de viajeros contarán con protección antiescalada.

### Planos de definición:

Planos 3 y 4: Sección vía.

#### **1.9.3. Ménsulas**

Las ménsulas serán del tipo tubular trianguladas estando formado el cuerpo de la ménsula por dos tubos (cuerpo y tirante) que se refuerzan en ciertos casos con tubos diagonales y se compondrán de:

- Tubo de cuerpo de ménsula.
- Tirante tubo de ménsula.
- Tubo diagonal en caso necesario (generalmente en semiejes).
- Tubo estabilizador de atirantado.
- Péndola soporte tubo estabilizador de atirantado.
- Aislador de cuerpo de ménsula.
- Aislador de tirante de ménsula.
- Suspensión.
- Rótula de giro de tirante.
- Rótula de giro de tubo cuerpo de ménsula.

Las ménsulas deberán cumplir las siguientes exigencias:

- Estar dimensionadas para los esfuerzos de la catenaria de acuerdo con lo indicado en la norma EN-50119 última revisión.
- Sustentar la catenaria, los aisladores y otros equipos asociados (aisladores de sección, etc.).
- Llevar conexiones eléctricas que garanticen la continuidad eléctrica en las articulaciones, para caso de cortocircuito y asegurar la equipotencialidad de todas las partes. Las conexiones llevaran arandelas bimetálicas AL-CU para evitar pares electroquímicos.
- Garantizar el movimiento de los conductores en todas las condiciones medioambientales de funcionamiento.



- Ser regulables para permitir el ajuste final de la altura de la catenaria, así como de su descentramiento.
- No interferir el gálibo cinemático de los vehículos así como el gálibo de los pantógrafos susceptibles de circular por la línea.
- Estar compuestas por un número reducido de piezas y que éstas pudieran servir para cualquier tubo.
- Todos los tubos de las ménsulas deberán tener el mismo diámetro exterior, variando su espesor en función de las cargas y esfuerzos.
- Sus componentes deben estar protegidos contra la corrosión y contra las condiciones medioambientales extremas, para reducir su mantenimiento.
- Los tubos cuerpo y tirante se fijan al poste o soporte a través de los aisladores y de los conjuntos de giro.
- Dichos conjuntos de giro son iguales para puntal y tirante, y se fijan directamente al poste o estructura en caso de ménsula sencilla, o a una cruceta en caso de doble o triple ménsula.

Dentro de la ménsula, el conjunto de atirantado deberá cumplir las siguientes condiciones:

- La altura del tubo estabilizador de atirantado respecto del hilo de contacto deberá ser tal que permita una elevación del hilo de contacto al paso del pantógrafo de al menos las siguientes cuantías, de acuerdo con lo indicado en la norma EN-50119:
  - o Equipos de atirantado sin limitadores de elevación (2 veces el valor de la elevación calculada).
  - o Equipos de atirantado con limitadores de elevación (1,5 veces el valor de la elevación calculada).
- La fijación del tubo estabilizador de atirantado al tubo cuerpo de ménsula deberá realizarse mediante rótulas o un sistema similar, en función del cálculo a realizar.
- El brazo de atirantado llevará péndola antiviento excepto en los casos que se justifique su no necesidad, en función de los cálculos a realizar.

- La forma geométrica del brazo de atirantado deberá ser tal que permita el paso de los pantógrafos y no sean rozados bajo ninguna circunstancia, incorporando un limitador de la elevación del hilo de contacto, en el brazo o en su soporte, o bien elevando el tubo estabilizador de forma adecuada.
- Debe ser diseñado para que pueda trabajar en el rango de inclinación máximo sin que repercuta en el desgaste prematuro de los hilos de contacto.
- Los brazos de atirantado pueden ser rectos, acodados o curvos en función de la geometría de la catenaria y la presencia de seccionamientos u otras situaciones singulares
- El aislador de la ménsula o tubo puntal será del tipo rígido. El aislador del tirante será preferiblemente rígido. En semiejes o elevaciones de aguja será rígido. Podrá estar formado por elementos (cadenas) previa justificación mecánica.
- Las suspensiones serán mediante grapa tipo mordaza permitiendo cierto grado de giro para su instalación en semiejes y otros cambios de dirección.
- Las rótulas deberán permitir el giro de las ménsulas en todo el margen de temperaturas de funcionamiento.
- En el extremo lado eje de vía del tubo superior o tirante se fija la grapa de suspensión que soporta el cable sustentador y por tanto el peso de la catenaria. Entre la grapa y el cable sustentador se intercala una placa bimetalica de cobre-aluminio que evita la corrosión debida a la diferente electronegatividad de ambos.
- Como se ha mencionado, el soporte del brazo de atirantado puede llevar incorporado un limitador de altura.

#### Planos de definición:

Planos 3 y 4: Sección vía.

#### 1.9.4. Equipos de compensación

Las ménsulas serán del tipo tubular trianguladas estando formado el cuerpo de la ménsula por dos tubos (cuerpo y tirante) que se refuerzan en ciertos casos con tubos diagonales y se compondrán de:

- Tubo de cuerpo de ménsula.
- Tirante tubo de ménsula.

La catenaria a instalar estará compensada mecánicamente de forma automática de modo que se mantenga la tensión mecánica de los conductores ante un cambio de las condiciones medioambientales, principalmente la temperatura.

Esta compensación automática se conseguirá mediante equipos de poleas y contrapesos.

Los equipos de compensación de las catenarias deberán satisfacer las siguientes condiciones:

- Compensación independiente para el sustentador y para el hilo de contacto o hilos de contacto.
- Relación de compensación 1:3 para el sustentador y 1:5 para el hilo de contacto.
- Los equipos de compensación se realizarán mediante poleas y contrapesos.
- Los equipos de compensación a cielo abierto deberán montarse en el mismo poste, colocando las poleas una sobre otra a distinta altura pero en vertical y con distinta separación del poste.
- Los equipos de compensación deberán llevar protecciones eficaces para garantizar la seguridad de las personas, así como sistema antirrobo de pesas. En cualquier caso, con la protección empleada, se deberá garantizar que, ante un eventual corte del cable que soporta los contrapesos, la línea aérea de contacto no caiga al suelo.

- El sistema deberá tener un rendimiento superior al 95% demostrable mediante los ensayos correspondientes.
- Las pesas de los equipos de compensación serán cilíndricas a cielo abierto, pudiendo ser de hormigón o de fundición dependiendo del número de pesas y del recorrido.
- El recorrido de los contrapesos deberá funcionar correctamente entre todo el margen de temperatura y para la longitud de semicantón máxima.
- Los materiales empleados en los equipos de compensación deberán evitar su corrosión, debiendo ser los sistemas de fijación de acero S-275 JR (1.0044) según UNE-EN 10025 galvanizado o similar. Los tubos guía podrán ser de aluminio.
- El acabado del acero será galvanizado y pintado en los colores corporativos de ADIF, al igual que los postes.
- Deberán emplearse materiales especiales en los elementos de fricción para asegurar la eficacia de la regulación de tensión.

Las condiciones y características del sistema a este respecto son las siguientes:

#### Rango de temperatura

- Temperatura de operación mínima:  $-30^{\circ}\text{C}$
- Temperatura ambiente máxima:  $50^{\circ}\text{C}$
- Temperatura máxima de los conductores:  $80^{\circ}\text{C}$
- Margen de temperatura de los equipos de regulación mecánica:  $-30^{\circ}\dots 80^{\circ}\text{C}$
- Temperatura en posición punto medio:  $25^{\circ}\text{C}$

Longitud máxima del cantón de compensación:

- Será de 1.400m, con un punto fijo en el centro y contrapesos en los extremos
- Será de 700m, con punto fijo en un extremo y contrapesos en el otro. Se adopta una distancia máxima nominal entre punto fijo y contrapesos de 640m, que se superará hasta 700m en casos excepcionales.

Planos de definición:

Plano N° 6: Equipo de compensación.

**1.10. Orden de prioridad entre los documentos básicos**

El orden de prioridad entre documentos será el siguiente:

- 1 Planos
- 2 Pliego de Condiciones
- 3 Presupuesto
- 4 Memoria

**TÍTULO: PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.**

---

## **ANEXO: CALCULO DIMENSIONAMIENTO ELÉCTRICO**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: FEBRERO DE 2016**

**AUTOR: EL ALUMNO**

**Fdo.: ALFONSO ARGÜESO LOPEZ**

## ÍNDICE

<b>1. CALCULO DEL DIMENSIONAMIENTO ELÉCTRICO .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Objeto .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Aspectos eléctricos de la catenaria .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4. Criterios de diseño y datos constructivos de la catenaria proyectada. ....</b>	<b>6</b>
<b>1.5. Estudio de dimensionamiento eléctrico .....</b>	<b>9</b>
<b>1.5.1 Criterio de capacidad de transporte de la catenaria. ....</b>	<b>10</b>
<b>1.5.2 Criterio de Intensidad de cortocircuito máxima admisible.....</b>	<b>12</b>
<b>1.5.3 Criterio de caída máxima de tensión. ....</b>	<b>13</b>

## **1. CALCULO DEL DIMENSIONAMIENTO ELÉCTRICO**

### **1.1. Objeto**

El objeto del presente Anexo es definir técnicamente el estudio del dimensionamiento eléctrico de la línea aérea de contacto para el tramo de ferrocarril de Alta Velocidad Taboadela-Seixalbo de la Línea de AVE Madrid-Galicia.

Los cálculos eléctricos se ciñen exclusivamente al dimensionamiento de la línea aérea de contacto, en base a los datos suministrados por el administrador ferroviario en cuanto a potencias de suministro desde las subestaciones de tracción.

### **1.2. Aspectos eléctricos de la catenaria**

La línea está influida por la infraestructura energética del entorno y debe tener en cuenta sus efectos sobre el mismo. Además la línea debe cumplir con el fin para el que se instala, es decir, debe ser capaz de conducir la energía necesaria sin calentamientos de los conductores excesivos y debe mantener una tensión en el pantógrafo, que de acuerdo con la Especificación Técnica de Interoperabilidad, debe ser superior a los 19 kV en condiciones normales y debe mantenerse en condiciones degradadas entre 17 y 19 kV durante un periodo no superior a 2 minutos.

Según los estudios realizados, debido a la elevada potencia que demandan los trenes de alta velocidad, es necesario alimentar la catenaria con la máxima tensión posible al objeto de reducir la corriente demandada por los trenes. En las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad para los ferrocarriles de alta velocidad se ha adoptado la tensión de 25 kV, en su configuración de 2x25 kV.



En términos generales este sistema consta de:

- Alimentación de las subestaciones de tracción mediante dos fases del sistema trifásico de la red de alta tensión primaria. Preferiblemente a tensión eléctrica igual o superior a 220 kV.
- Sistema de subestaciones equipadas con transformadores con regulación automática de tensión de salida a catenaria en función de la carga monofásica y por fluctuación de la tensión primaria.
- Alimentación de catenaria en corriente alterna monofásica con tensión de 25 kV respecto al carril y frecuencia industrial de 50 Hz. Se admite hasta una tensión eléctrica mínima permanentemente de 19 kV en el pantógrafo de los trenes y de 17,5 kV, siempre que no discurren más de diez minutos, de acuerdo con la norma EN 50.163 [UNE-EN-50163, 2006].

Cada sección de línea aérea de contacto, alimentada por una subestación, se aísla eléctricamente de la subestación colateral mediante una zona neutra de separación entre fases eléctricas, que se suele ubicar equidistante de aquellas.

Las subestaciones disponen de dos transformadores, cada uno de ellos con una potencia máxima estimada de 30 MVA, con alimentación de entrada en alta tensión monofásica y salida en monofásica a 50 kV.

En el lado de salida, los transformadores disponen de una toma, en el punto central del arrollamiento del secundario, conectada al carril de cada vía y a tierra. Una de las salidas del secundario, con tensión de 25 kV, alimenta a la línea aérea de contacto. La otra salida, con tensión a -25 kV y en oposición de alternancia con la anterior, alimenta a un feeder que discurre a lo largo de la línea ferroviaria.

A lo largo de la citada línea, cada 5-10 km, se instalan autotransformadores, 10 MVA, conectados a la línea aérea de contacto y al feeder, con toma central a la vía.

Los autotransformadores aseguran la distribución de la corriente, absorbida por el vehículo motor, entre línea aérea de contacto y feeder negativo. En todo caso el vehículo motor está alimentado a 25 kV entre la línea aérea de contacto y la vía. De esta manera, sólo una parte de la corriente que consume el tren tiene que recorrer todo el camino entre la subestación y el propio tren. Además, por el feeder negativo circula una corriente igual y contraria a la que circula por la catenaria, en los tramos exteriores al módulo en que se encuentra el tren, con lo que los efectos de la inducción de la corriente por catenaria se contrarrestan con los efectos de las corrientes por el feeder negativo.

Características principales del sistema:

- Tensiones en AT de 220 y 400 KV.
- Subestaciones cada 30-60 Km.
- Autotrafos cada 5-10 Km.
- Trafos de una subestación conectados a distintas fases.
- Zonas neutras de cambio de fase entre y frente a subestaciones, cada 30-40 Km.
- Catenarias en paralelo a través de los autotransformadores.

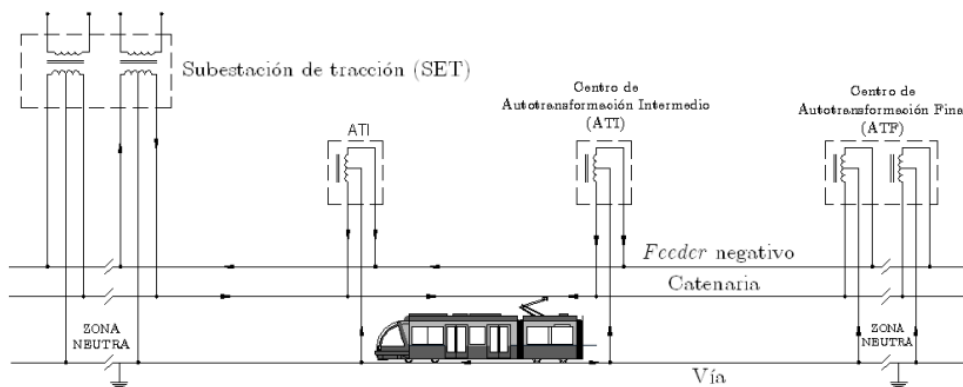


Figura 1.3.1. Sistema 2x25 KV.

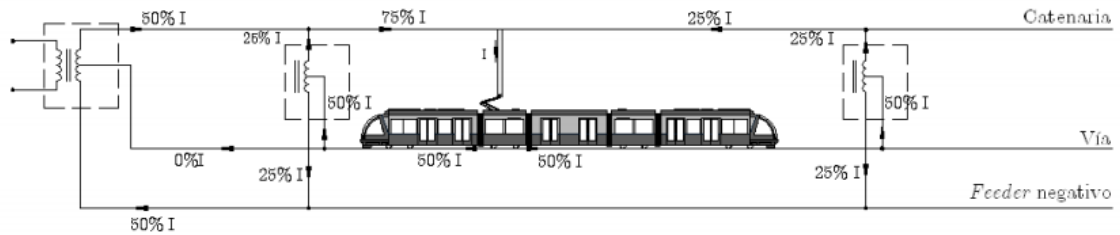


Figura 1.3.2. Distribución de intensidades.

#### 1.4. Criterios de diseño y datos constructivos de la catenaria proyectada.

Se suele denominar catenaria o circuito de tracción al conjunto de conductores que es necesario instalar a lo largo de la línea para realizar el transporte de la energía eléctrica. No obstante, en el presente proyecto se denominará catenaria únicamente al conjunto de conductores que están a tensión positiva y el circuito de tracción se referirá al conjunto de todos los conductores. En términos generales la catenaria escogida C-350 consta de:

- Conductores a tensión positiva (catenaria):
  - o Hilo de contacto.
  - o Sustentador.
- Conductores a tensión negativa:
  - o Feeder negativo.
- Conductores de neutro, de puestas a tierra (retorno):
  - o Carril.
  - o Cable de retorno.
  - o Terreno circundante.

Para asegurar un correcto funcionamiento, los diferentes conductores de cada grupo se encuentran conectados entre sí cada cierta distancia.

El circuito de tracción lo componen un número variable de conductores que discurren a lo largo de la línea razonablemente paralelos. Debido a ello, además

de las impedancias propias de cada conductor, existen acoplamientos magnéticos y capacitivos entre ellos.

Si bien el modelado de una línea de  $n$  conductores necesita de matrices de impedancias y admitancias de  $n \times n$ , es muy frecuente que los conductores estén conectados entre sí cada varios metros para asegurar que las cargas se repartan correctamente entre ellos. En estos casos, es posible sustituir cada uno de estos grupos de conductores por un único conductor equivalente, que tiene la misma caída de tensión y cuya intensidad es la suma de las intensidades de los conductores a los que sustituyen. De esta manera, se pueden considerar los conductores equivalentes de la catenaria (tensión positiva), del feeder negativo (tensión negativa) y del retorno (neutro incluyendo la tierra).

Entonces, se debe considerar los acoplamientos de los tres conductores mencionados (catenaria, feeder y retorno), cómo se representa en la Fig. 1.4.1.

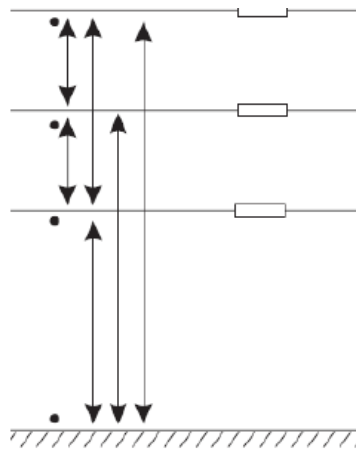


Figura 1.4.1. Acoplamiento entre conductores

Las fórmulas de Carson permiten calcular los términos de la matriz de impedancias y admitancias de línea, aunque para las cortas distancias consideradas se suelen despreciar los efectos capacitivos (no se considera la

matriz de admitancias). Si además hay algún grupo de conductores que estén puestos a tierra, se puede suponer nula su tensión.

En el alcance del presente proyecto no se considera de aplicación obtener la matriz de impedancias equivalentes. No obstante, se trabajará con un modelo simplificado proporcionado por el agente explotador de la línea (ADIF) y que considera las impedancias de catenaria, feeder y retorno pero no se considera la impedancia mutua.

Los valores de estas impedancias por unidad de longitud se presentan en la Tabla 1.4.1.

Impedancia equivalente	$\Omega/\text{Km}$
Impedancia de catenaria $Z_c$	$0,1 + 0,25i$
Impedancia de feeder $Z_f$	$0,15 + 0,31i$

Tabla 1.4.1 – Resumen de impedancias

La tipología de los conductores adoptada es la propia de la catenaria C-350, a saber:

- Hilo de contacto: Cu Mg 0,5 BC-150 mm<sup>2</sup> UNE-EN 50149.
  - o Resistencia máxima a 20 °C: ..... 0,191  $\Omega/\text{km}$
- Sustentador: Cable de Cobre de 95 mm<sup>2</sup>. C-95 UNE 207015.
- Cable de retorno: Cable Aluminio – Acero LA 110 mm<sup>2</sup> (94AL1/22ST1A) UNE-EN 50182.
- Feeder –25 kV: Cable Aluminio-Acero LA 280 según EN 50182
  - o Sección transversal: ..... 281,1 mm<sup>2</sup>

Para el cálculo de dimensionamiento, otro dato suministrado por el fabricante para este tipo de catenaria es el de la Intensidad máxima de cortocircuito, establecida en  $I_{cc}=9,24 \text{ KA}$  para  $t=1 \text{ seg.}$

Los datos de la Subestación Eléctrica de Tracción son:

Parámetros	Valor
Tensión nominal secundaria en vacío	2x27,5 KV
Relación de transformación en vacío	220 / 27,5 KV
Regulador de carga en lado AT	+ - 8%
Potencia nominal del primario	30 MVA
Potencia de cortocircuito trifásico	2797 MVA
Tensión cortocircuito primario-secundario	10% base

Tabla 1.4.2 – Datos Subestación de Tracción

Y por último, los datos de los autotransformadores son:

Parámetros	Valor
Tensión nominal secundaria en vacío	27,5 KV
Potencia nominal del primario	10 MVA
Tensión cortocircuito primario-secundario	1% base

Tabla 1.4.3 – Datos Autotrafos

### 1.5. Estudio de dimensionamiento eléctrico

El dimensionamiento eléctrico de una catenaria ferroviario se rige por lo establecido en la norma UIC 798 Criterios de dimensionamiento para catenaria de Alta Velocidad.

Dicha norma impone como requisitos de dimensionamiento el cumplimiento de las siguientes condiciones:

- Criterio de capacidad de transporte de la catenaria.
- Criterio de Intensidad de cortocircuito máximo admisible.
- Criterio de Caída de Tensión máxima.

### 1.5.1 Criterio de capacidad de transporte de la catenaria.

Para realizar el cálculo de la validez del tipo de catenaria respecto a la capacidad de transporte de la misma, es necesario conocer el dato de la Intensidad nominal máxima que el Hilo de Contacto y Feeder pueden transportar.

Para ello, es necesario recurrir a la siguiente tabla de Densidad Máxima de corriente extraída de la norma UIC 798.

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 1.5.1.1 – Densidades máximas de corriente.

#### **Hilo de Contacto: Cu; S=150 mm<sup>2</sup>**

Es necesario interpolar entre los valores de 160 y 125 mm<sup>2</sup> de la columna de Cobre de la tabla.

La fórmula de interpolación es la siguiente:

$$Y=545,7 - 113,46X$$

El resultado sería una densidad de corriente  $\rho=3,48$  A/mm<sup>2</sup>

Por lo tanto, la Intensidad nominal máxima para el Hilo de Contacto sería:

$$I_n = \text{Sección} \times \text{Densidad de corriente} = \mathbf{522 \text{ A.}}$$

**Feeder: Aleación Aluminio-Acero; S=281,1 mm<sup>2</sup>**

Es necesario interpolar entre los valores de 300 y 250 mm<sup>2</sup> de la columna de Aleación de la tabla.

La fórmula de interpolación es la siguiente:

$$y=966,6 - 333,3x$$

El resultado sería una densidad de corriente  $\rho=2,06$  A/mm<sup>2</sup>

Por lo tanto, la Intensidad nominal máxima para el Feeder sería:

$$I_n = \text{Sección} \times \text{Densidad de corriente} = \mathbf{578,1 \text{ A.}}$$

Una vez conocidas las Intensidades nominales de transporte de la catenaria, se procede a calcular la máxima intensidad suministrada por el circuito diseñado:

$$\text{Potencia} = 30 \text{ MVA}$$

$$S_n = I_n \times \sqrt{3} \times U_n$$

$$\text{Por lo tanto } I_n = 30.000.000 / (25.000 \times \sqrt{3}) = \mathbf{230,94 \text{ A}}$$

Se demuestra que:



**Intensidad nominal de hilo de contacto > In circuito.**

**Intensidad nominal de feeder > In circuito.**

### 1.5.2 Criterio de Intensidad de cortocircuito máxima admisible.

En primer lugar es necesario proceder al cálculo de la Potencia de cortocircuito en el secundario de la Subestación de tracción:

$$S_{cc}(MT) = \frac{S_n}{\frac{U_{cc}}{100} + S_n/S_{cc}(AT)}$$

En donde sabemos, por los datos de diseño suministrados que:

$$U_{cc}=10\%$$

$$S_n = 30 \text{ MVA}$$

$$S_{cc}(AT)= 2797 \text{ MVA}$$

Por lo tanto  $S_{cc}(MT) = 271 \text{ MW}$ .

Conocido este dato es posible obtener la máxima corriente de cortocircuito de la instalación:

$$I_{cc} = S_{cc}(MT)/(U_n \times \sqrt{3})$$

Por lo tanto  $I_{cc} = 6258 \text{ A}$ .

No obstante, hay que tener en cuenta que el circuito hilo de contacto-feeder es considerado bifásico, por lo tanto:

$$I_{ccBifásico} = \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) I_{ccTrifásico}$$

Siendo como resultado una Intensidad de cortocircuito de  **$I_{cc} = 5420 \text{ A}$** .

A continuación procedemos con la comparativa con los datos de diseño en los que tenemos que para el tipo de catenaria C-350,  $I_{cc} = 9,34 \text{ KA}$  para  $t = 1 \text{ seg.}$

Demostrando que:

**Intensidad cortocircuito admisible catenaria >  $I_{cc}$  máxima circuito.**

### 1.5.3 Criterio de caída máxima de tensión.

El valor máximo de caída de tensión para la norma UIC 798 es del 7% para este tipo de catenaria.

La fórmula de cálculo de la caída de tensión es la siguiente:

$$AV = L \times I_n \times \sqrt{3} \times (R \times \cos\phi + X \times \sin\phi)$$

Donde:

$AV = V$

$L =$  Longitud del circuito en Km

$\cos \phi = 0,8$

$\sin \phi = 0,6$

### **Hilo de Contacto:**

El valor de la impedancia del hilo de contacto es:  $Z_c = 0,10 + 0,25i$

La Intensidad nominal anteriormente calculada  $I_n = 522 \text{ A}$

Procediendo al cálculo de la caída de tensión, consideramos una distancia entre Autotrafos de 5 km, tenemos que:

$$AV = 5 \times 522 \times \sqrt{3} \times (0,10 \times \cos\phi + 0,25 \times \sin\phi)$$

$$AV = 1039,8 V$$

Esto supone una caída de tensión de:

$$AV(\%) = \left(\frac{AV}{U_n}\right) \times 100$$

$$AV = 4,16\%$$

Puede demostrarse que: **AV(%) < 7%**

### **Feeder: Cu;**

El valor de la impedancia del hilo de contacto es:  $Z_c = 0,15 + 0,31i$

La Intensidad nominal anteriormente calculada  $I_n = 578,1 A$

Procediendo al cálculo de la caída de tensión, consideramos una distancia entre Autotrafos de 5 km, tenemos que:

$$AV = 5 \times 578,1 \times \sqrt{3} \times (0,15 \times \cos\phi + 0,31 \times \sin\phi)$$

$$AV = 1531,6 V$$

Esto supone una caída de tensión de:

$$AV(\%) = \left(\frac{AV}{U_n}\right) \times 100$$

$$AV = 6,12\%$$

Puede demostrarse que: **AV(%) < 7%**

**TÍTULO: PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.**

---

## **ANEXO: CALCULOS MECÁNICOS**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: FEBRERO DE 2016**

**AUTOR: EL ALUMNO**

**Fdo.: ALFONSO ARGÜESO LOPEZ**

**ÍNDICE**

<b>1. CÁLCULOS MECÁNICOS DE LA CATENARIA.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Objeto .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Aspectos mecánicos de la catenaria .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.1 Aspectos estáticos de cálculo .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.2 Aspectos dinámicos de cálculo .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3. Criterios de diseño.....</b>	<b>7</b>
<b>1.4. Datos técnicos de la catenaria de proyecto.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4.1 Datos Geométricos.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4.1.1 Vanos.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4.1.2 Descentramientos .....</b>	<b>10</b>
<b>1.4.2 Datos Mecánicos .....</b>	<b>10</b>
<b>1.4.3 Datos Constructivos de la catenaria.....</b>	<b>10</b>
<b>1.4.3.1 Cimentaciones .....</b>	<b>10</b>
<b>1.4.3.2 Postes.....</b>	<b>11</b>
<b>1.4.3.3 Ménsulas .....</b>	<b>11</b>
<b>1.4.3.4 Equipos de compensación .....</b>	<b>13</b>
<b>1.4.3.5 Características de los conductores .....</b>	<b>13</b>
<b>1.5. Estudio de dimensionamiento mecánico .....</b>	<b>16</b>
<b>1.5.1 Cálculo del vano máximo. ....</b>	<b>17</b>
<b>1.5.2 Cálculo compensación mecánica. ....</b>	<b>19</b>
<b>1.5.3 Determinación de tensiones óptimas en sustentador e hilo de                 contacto.....</b>	<b>21</b>
<b>1.5.4 Cálculo de los momentos en la base de los postes. ....</b>	<b>25</b>
<b>1.5.4.1 Sustentador e hilo de contacto. ....</b>	<b>25</b>
<b>1.5.4.1.1 Cálculo del esfuerzo generado por el Viento y por el Peso.....</b>	<b>25</b>
<b>1.5.4.1.2 Esfuerzo de atirantado .....</b>	<b>28</b>
<b>1.5.4.1.3 Esfuerzo en curva.....</b>	<b>29</b>
<b>1.5.4.1.4. Cálculo del Momento de Vuelco para el Hilo de Contacto.....</b>	<b>31</b>
<b>1.5.4.1.5. Cálculo del momento de vuelco para el Sustentador .....</b>	<b>33</b>
<b>1.5.4.2 Cable de retorno, Feeder – y Feeder +.....</b>	<b>34</b>
<b>1.5.4.2.1 Esfuerzo generado por peso y viento.....</b>	<b>34</b>

<b>1.5.4.2.2. Esfuerzo generado en Curva .....</b>	<b>35</b>
<b>1.5.4.2.3. Cálculo de momento de vuelco para feeder -. ....</b>	<b>37</b>
<b>1.5.4.2.4 Cálculo del Momento de Vuelco para el Feeder + .....</b>	<b>38</b>
<b>1.5.4.2.5 Cálculo del Momento de Vuelco para el Cable de Retorno.....</b>	<b>39</b>
<b>1.5.5 Cálculo de los postes.....</b>	<b>40</b>
<b>1.5.5.1 Datos de partida de postes.....</b>	<b>43</b>
<b>1.5.5.2 Selección del tipo de poste. ....</b>	<b>44</b>
<b>1.5.6 Cálculo de cimentaciones. ....</b>	<b>45</b>
<b>1.5.6.1 Macizos cilíndricos de <math>d=0,75m</math>. ....</b>	<b>48</b>
<b>1.5.6.2 Macizos cilíndricos de <math>d=1m</math>. ....</b>	<b>49</b>
<b>1.5.6.3 Selección de cimentaciones.....</b>	<b>50</b>

## **1. CÁLCULOS MECÁNICOS DE LA CATENARIA**

### **1.1. Objeto**

El objeto del presente Anexo es definir técnicamente el estudio de cálculos mecánicos de la línea aérea de contacto para el tramo de ferrocarril de Alta Velocidad Taboadela-Seixalbo de la Línea de AVE Madrid-Galicia.

Por lo tanto a continuación se desarrolla la justificación desde el punto de vista mecánico de las soluciones básicas adoptadas en el presente proyecto.

Dicha justificación mecánica se realiza para los siguientes elementos básicos de la instalación:

- Cálculo del vano máximo
- Cálculo de compensación mecánica de la catenaria.
- Tablas de tendido de cables de tierra o guarda y feeder
- Cálculo de postes
- Cálculo de cimentaciones

### **1.2. Aspectos mecánicos de la catenaria**

La catenaria del ADIF para 350 km/h se equipa mediante postes metálicos con ménsulas giratorias que soportan los conductores de la catenaria propiamente dicha, sustentador e hilo de contacto, más los conductores auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento eléctrico, es decir, el feeder de aumento de sección, el cable de retorno y el feeder negativo en su caso.

### **1.2.1 Aspectos estáticos de cálculo**

#### **Composición y disposición de los conductores**

La catenaria propiamente dicha está formada por un sustentador de cobre de 100 mm que se instala con una tensión constante, compensada, de 1575 kgf y un hilo de contacto de 150 mm de una aleación Cu- Mg 0,6 de gran resistencia, instalado con una tensión mecánica de 3150 kgf, con tensión mecánica compensada. En las catenarias de vías secundarias y en zonas con curvas de menos de 3000 m de radio, se emplea una tensión del hilo de 1575 kgf para evitar esfuerzos radiales innecesarios.

#### **Compensación de tensiones**

La tensión mecánica de los conductores que componen la catenaria, es decir sustentador e hilo de contacto son fijas e independientes de la temperatura.

Para ello, cada 1280 m como máximo, se anclan sustentador e hilo de contacto, independientemente, a una polea de contrapesos que mantiene la tensión de los cables en los valores de 1575 kgf y 3150 kgf respectivamente. Dada la diferencia de tensiones de sustentador e hilo, la polea del sustentador es de relación 1/3 y la del hilo de contacto, de relación 1/5.

Este equipo de regulación de tensión permite la regulación de tensiones entre los  $-30^{\circ}\text{C}$  y los  $+ 80^{\circ}\text{C}$  de temperatura del conductor, que se corresponden a temperaturas del ambiente entre  $-30^{\circ}$  y  $+45^{\circ}$  aproximadamente.

En el punto central entre dos equipos de contrapesos, se instala un punto fijo que hace que el sustentador no se mueva.



### **Pendolado. Elasticidad de la catenaria**

El hilo de contacto se suspende del sustentador por medio de péndolas. Con el fin de mejorar la homogeneidad de la elasticidad a lo largo del vano se recurre al empleo de péndola en Y, con lo que se ha conseguido un factor de irregularidad de menos del 10%, frente al 25% que resulta normal en catenarias sin péndola en Y.

Las péndolas son de trenza de bronce de 16 mm de sección y aseguran por su sistema de fijación, tipo lazo, una buena conexión eléctrica entre sustentador e hilo de contacto.

Para reducir la afección del viento sobre la catenaria se instalan péndolas antiviento en los brazos de atirantado en ménsulas de atirantado exterior (las ménsulas de atirantado interior disponen de brazo de triangulación).

#### **1.2.2 Aspectos dinámicos de cálculo**

La catenaria proyectada cumple con los requisitos de la ficha 799 OR del Grupo de Trabajo SC 57H3 de la UIC [UIC 799 OR, 2000], en cuanto a los requisitos dinámicos se refiere, para poder ser circulada a una velocidad de 350 km/h + 10%.

El diseño de los equipos de la línea aérea de contacto se corresponde con los requisitos exigidos al comportamiento dinámico. La elevación a la velocidad de diseño de la línea cumplirá lo dispuesto en la norma EN-50 119 [UNE-EN-50119, 2002], y lo indicado en la E.T.I Subsistema Energía [2002/733/CE].

La calidad de captación de corriente tiene una repercusión fundamental sobre la vida útil de un hilo de contacto y debe cumplir parámetros acordados y medibles.

La calidad de captación de corriente puede evaluarse por la media  $F_m$  y la desviación estándar de los esfuerzos sobre la catenaria, medidos o simulados, o por el número de cebados.

No obstante, debido a su complejidad técnica, queda fuera del alcance del presente proyecto el desarrollo de este apartado.

### **1.3. Criterios de diseño.**

La L.A.C. cumple con los Standard UIC y CENELEC en lo que afectan a las líneas aéreas de contacto de Alta Velocidad. En lo no reglamentado específicamente se ha empleado la Normativa Española de Líneas eléctricas, Normas UNE y otros Reglamentos aplicables.

Todos los componentes del sistema están diseñados para una duración mínima de 30 años, no obstante, el desgaste del hilo de contacto depende de las pasadas de pantógrafo y no se puede definir un tiempo de duración del mismo, pero se puede considerar el cambio del hilo de contacto después de dos millones de pasos de pantógrafo, con un desgaste del 20%.

La L.A.C. se ha diseñado para su empleo con pantógrafos según normas UIC, es decir, con ancho total de 1920 mm. También la L.A.C es válida con pantógrafos de 1600 mm [UIC 606-1 OR, 2000], ya que según el E.T.I. (Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad) en el subsistema de “energía” [2002/733/CE], como los pantógrafos se utilizarán en todas las líneas de la red interoperable, no es posible hacer distinción entre categorías de líneas.

Las distancias empleadas entre el pantógrafo y cualquier parte de la instalación son mucho mayores que los valores indicados por la ficha UIC 799 OR [UIC 799 OR, 2000]. En vía general la distancia entre hilo de contacto y tubo horizontal de atirantado es de 350 mm.

En vía general, sin limitación de velocidades, la distancia de seguridad desde las obras de fábrica a la parte superior del pantógrafo no será menor que la indicada en la Norma UIC 799 OR que es:

En condiciones estáticas:

- Altura del hilo de contacto = 5,3 m
- Elevación estática = 70 mm
- Desgaste del hilo de contacto = 20%
- Distancia de seguridad eléctrica = 250 mm

En condiciones dinámicas:

- Elevación dinámica <120 mm (oscilación de la altura del hilo de contacto con respecto a las condiciones estáticas)
- Desgaste del hilo de contacto = 20%
- Distancia de seguridad dinámica = 200 mm
- El gálibo del pantógrafo estará de acuerdo con la Norma UIC de gálibos citada anteriormente.

De acuerdo con la publicación del Ministerio de Obras Públicas “Acciones a que deben considerarse sometidas la Líneas Aéreas de contacto de las electrificaciones de Ferrocarriles”, aprobada por Orden Ministerial de 6 de julio de 1945, el rango máximo de temperaturas conocido en las zonas que recorre la línea es de -25°C, hasta 40°C. No obstante, todos los elementos admiten temperaturas de 80°C y -30°C.

Por efectos de radiación solar y calentamiento resistivo, los conductores pueden alcanzar temperaturas no superiores a los 80°C, para lo que el Reglamento de Líneas aéreas determina la densidad de corriente admisible para cada tipo de conductor, material y composición.

De acuerdo con la publicación citada anteriormente del Ministerio de Obras públicas sobre acciones a considerar sobre Líneas aéreas de contacto, la velocidad de viento a considerar es de 120 km/h. No obstante, se considerarán velocidades de viento de 133 km/h en zonas en que la vía vaya más de 100 m por encima del terreno natural, y velocidades de 180 km/h cuando además coincida ser una zona de vientos extremos.

En el tramo objeto del estudio se ha considerado la velocidad del viento de 120 km/h.

La sobrecarga de hielo a considerar está de acuerdo con el Reglamento de Líneas aéreas, teniendo en cuenta que una parte de la línea discurre por zonas de altitud superior a los 500 m. Esta sobrecarga se emplea en el cálculo de los cables no compensados.

Todos los elementos de la línea van protegidos adecuadamente contra la corrosión. Esta protección pasa por la utilización de piezas de aluminio y de acero inoxidable en elementos de pequeño tamaño y la adopción de medidas adecuadas en piezas de tamaño mayor en que sea aconsejable el empleo de acero, en que los materiales van galvanizados y pintados.

Todos los materiales cumplirán con los estándares y Normas relativos a espesores de recubrimiento.

#### **1.4. Datos técnicos de la catenaria de proyecto**

##### **1.4.1 Datos Geométricos**

###### **1.4.1.1 Vanos**

Con velocidades de viento de 120 km/h, el vano máximo es de 64 m. De este modo el desplazamiento de la catenaria en el centro del vano queda por debajo de 17 cm. Los postes se han calculado, teniendo en cuenta la recomendación de la Norma UIC 798 de que los vanos sean menores de 65 m, para velocidades del viento de 120 km/h.

No obstante, la catenaria propuesta puede emplearse con vanos mayores en caso de necesidad sin perder sus características, por ejemplo en viaductos con distancias entre pilas de más de 64 metros o menos de 40 m, siendo en esos casos necesario tener en cuenta la resistencia de los postes e insertar el tipo adecuado.

- Longitud máxima entre punto fijo y anclaje: 640 m. Longitud máxima entre dos anclajes: 1280 m.
- Número máximo de apoyos entre anclaje y punto fijo: 15.
- Altura del hilo de contacto: 5,30 m en todos los puntos en que se circule en Alta Velocidad, con tolerancia de 1 cm de diferencia entre dos apoyos consecutivos. En caso de zonas de velocidad menor de 200 km/h, podrá reducirse la altura del hilo, siempre con pendientes de menos del 1 ‰.

#### **1.4.1.2 Descentramientos**

En determinados casos puntuales puede ser necesario adoptar otras alturas de catenaria para mantener las distancias eléctricas.

- En vía General  $\pm 20$  cm.
- En Eje de seccionamiento: + 20-30 cm.

#### **1.2.2 Datos Mecánicos**

- Velocidad máxima del viento: 33 m/s.
- Rango de temperaturas ambientales: +45°C -30°C.
- Desviación de catenaria con el viento: < 20 cm.
- Elevación del hilo con presión de 150 N de pantógrafo: < 7 cm.

#### **1.4.3 Datos Constructivos de la catenaria**

##### **1.4.3.1 Cimentaciones**

En vía general las cimentaciones son cilíndricas de 75 cm y de 100 cm de diámetro y profundidad variable dependiendo del tipo de terreno (desmonte o terraplén) y del tipo de poste. Estas cimentaciones en terreno normal se efectúan con un trépano que perfora el agujero depositando la tierra en un vehículo que acompaña a la máquina. Se utiliza hormigón de resistencia 250 daN/cm<sup>2</sup>.

En caso de perfiles que deban resistir cargas grandes, como postes de salida de Subestaciones, perfiles especiales de estación y otros, se emplean macizos paralelepípedos armados.

Cuando los postes se han de fijar en viaductos, se instalarán sobre los cáncamos instalados por el constructor del viaducto de acuerdo con las dimensiones que obran en su poder.

#### **1.4.3.2 Postes**

Los postes normales de la catenaria son metálicos formados por 2 UPN unidos por diagonales. Se anclan a la cimentación por intermedio de una placa que se fija con tuercas a los cáncamos que forman la armadura de la cimentación.

La altura de los postes es de 8,55 m cuando la catenaria no lleva feeder de aumento de sección y de 9,45 m cuando sí lo lleva y en los anclajes de compensación.

Los postes saldrán de la fábrica o taller con los taladros a la fijación de los mismos, a la conexión de la pica de puesta a tierra, a la fijación de ménsulas y herrajes, y un taladro adicional en cada montante para fijar el bulón (referencia topográfica).

#### **1.4.3.3 Ménsulas**

Las ménsulas son de aleación de aluminio de 70 mm de diámetro y espesor variable en función de los esfuerzos a que está sometida.

Estas ménsulas tienen un diseño que permite la regulación de la posición de la catenaria tanto en altura como en descentramiento, sin necesidad de sustituir la ménsula, y únicamente desplazando la posición de alguna de las piezas de ensamblaje.

Estas ménsulas presentan un dispositivo de regulación del ángulo del brazo sin necesidad de inclinar el tubo de atirantado. Es una solución sencilla que permite

una gran flexibilidad a la hora de definir las dimensiones de la ménsula, que no se tenía con la anterior, que obligaba en algunos casos a ángulos poco estéticos de los tubos de atirantado.

Las ménsulas utilizadas en este proyecto serán:

- Tipo B1: Atirantado hacia dentro.
- Tipo B2: Atirantado hacia fuera.

Las ménsulas se componen de:

- Tubo de cuerpo de ménsula.
- Tubo de tirante de ménsula.
- Tubo de atirantado (Tubo estabilizador).
- Péndola de tubo de atirantado.
- Soporte de brazo de atirantado.
- Brazo de atirantado.
- Aislador de cuerpo de ménsula.
- Aislador de tirante de ménsula.
- Grapa de apoyo de sustentador.
- Rótula de giro de tirante.
- Rótula de tubo de giro de ménsula.
- Herrajes y rótulas.
- Tornillería.

Cada ménsula se fabrica por separado en función de los parámetros geométricos y de esfuerzos que exige cada perfil en particular, aunque el diseño de este tipo de ménsulas permite un ajuste final de altura y descentramiento una vez montada sin necesidad de mecanizado adicional.

#### 1.4.3.4 Equipos de compensación

La catenaria a instalar esta compensada mecánicamente de forma automática de modo que se mantenga la tensión mecánica de los conductores ante un cambio de las condiciones medioambientales, principalmente la temperatura.

Esta compensación automática se consigue mediante equipos de poleas y contrapesos.

#### 1.4.3.5 Características de los conductores

##### Sustentador

- Designación: Cu 100
- Sección: 95 mm<sup>2</sup>
- Diámetro: 12,95 mm
- Material: Cobre electrolítico
- Carga de rotura: 38,82 kN
- Tensión de trabajo: 15,75 kN
- Coeficiente de seguridad: 2,46
- Peso por metro: 0,890 kg/m
- Corriente permanente a 80°C: 400 A

##### Hilo de contacto

- Designación: RIM 150 según EN 50149 [UNE-EN-50149, 2007]
- Sección: 150 mm<sup>2</sup>
- Diámetro: 14,5 mm
- Material: Cu-Mg 0,6
- Carga de rotura: 75,7 kN
- Tensión de trabajo: 31,50 kN
- Coeficiente de seguridad: 2,40
- Peso por metro: 1,335 kg/m
- Corriente permanente a 80°C: 427 A



- Conductividad:  $1,6e-4$  Ohmios/m
- Dureza Rockwell: 74

### **Cable de péndolas de bronce de 16 mm<sup>2</sup>**

- Designación: Bz-16
- Sección: 16 mm<sup>2</sup>
- Diámetro: 5,1 mm
- Material: BZ-II
- Carga de rotura: 9,33 kN
- Peso por metro: 0,143 kg/m
- Corriente permanente a 80°C: 100 A

### **Cable LA-110 ( Cable de retorno)**

- Designación: LA-110 [UNE-EN-50149, 2007]
- Sección de aluminio: 94,2 mm<sup>2</sup>
- Sección de acero: 22 mm<sup>2</sup>
- Sección total: 116,2 mm<sup>2</sup>
- Diámetro: 14 mm
- Carga de rotura: 440 kN
- Peso por metro: 0,432 kg/m
- Resistencia eléctrica: 0,307 Ohmios/km
- Módulo elástico: 8200 kg/mm<sup>2</sup>
- Coeficiente de dilatación:  $17,8e-6$
- Corriente permanente a 80° C: 303 A

### **Cable LA-180 ( Cable de retorno o feeder de aumento de sección)**

- Designación: LA-180 según UNE [UNE-EN-50149, 2007]
- Sección de aluminio: 147,3 mm<sup>2</sup>
- Sección de acero: 34,3 mm<sup>2</sup>
- Sección total: 181,6 mm<sup>2</sup>
- Diámetro: 17,5 mm

- Carga de rotura: 651 kN
- Peso por metro: 0,676 kg/m
- Resistencia eléctrica: 0,196 Ohmios/km
- Módulo elástico: 8200 kg/mm<sup>2</sup>
- Coeficiente de dilatación: 17,8e-6
- Corriente permanente a 80°C: 426 A

#### **Cable LA-280 (Feeder negativo o de aumento de sección)**

- Designación: LA-280 según UNE [UNE-EN-50149, 2007]
- Sección de aluminio: 241,7 mm<sup>2</sup>
- Sección de acero: 39,4 mm<sup>2</sup>
- Sección total: 281,1 mm<sup>2</sup>
- Diámetro: 21,8 mm
- Carga de rotura: 842 kN
- Peso por metro: 0,976 kg./m
- Resistencia eléctrica: 0,119 Ohmios/km
- Módulo elástico: 7700 kg/mm<sup>2</sup>
- Coeficiente de dilatación 18,9e-6
- Corriente permanente a 80°C: 575 A
- Cable LA-380 (Feeder negativo)

#### **Designación: LA-380 según UNE [UNE-EN-50149, 2007]**

- Sección de aluminio: 337.3 mm<sup>2</sup>
- Sección de acero: 43.7 mm<sup>2</sup>
- Sección total: 381.0 mm<sup>2</sup>
- Diámetro: 25.38 mm
- Carga de rotura: 1065 kN
- Peso por metro: 1.275 kg./m
- Resistencia eléctrica: 0.0857 Ohmios/km
- Módulo elástico: 7000 kg/mm<sup>2</sup>
- Coeficiente de dilatación 19.3e-6

- Corriente permanente a 80°C: 712 A

### **1.5. Estudio de dimensionamiento mecánico**

Una vez que el estudio eléctrico ha determinado la composición y secciones de los conductores de la catenaria es preciso acometer el diseño mecánico que debe constar de los siguientes pasos:

1. Determinación de los vientos en la zona recorrida por la línea. Con la Norma EN 50119 se determina el valor de las presiones de viento sobre conductores y sobre estructuras en los dos casos de límite de rotura y de límite de servicio.
2. Determinación de los vanos (Distancia entre postes contiguos de la catenaria) a emplear en recta y en curvas de distintos radios.
3. Determinación de las tensiones de los cables de la catenaria cumpliendo con la norma EN 50119 y con la norma UIC 799.
5. Determinación de la resistencia y deformación de los postes, para lo que previamente se ha debido diseñar el tipo de poste a emplear. Esta resistencia debe calcularse en los dos casos de límite de rotura y de límite de servicio.
6. Determinación de la cimentación a emplear para cada tipo de poste.
7. Determinación de los esfuerzos que se transmiten a los postes en cada tipo de utilización y tanto para límite de rotura como para límite de servicio, y asignación del tipo de poste más adecuado.
8. Una vez diseñado la instalación se replantea sobre plano la instalación.

### 1.5.1 Cálculo del vano máximo.

Se entiende como vano: la distancia que existe entre dos postes contiguos que soportan a la línea aérea de contacto.

La solución propuesta en el presente proyecto establece un vano máximo en recta de 64m a cielo abierto.

La limitación de la longitud del vano se establece en función de los parámetros siguientes facilitados como datos de partida:

- Desplazamiento máximo del hilo de contacto debido al viento de 0,4 m
- Longitud de péndola mínima de 0,25m
- Altura máxima de la catenaria a instalar: 5,30m
- Fuerza de viento por unidad de conductor = 1,96 Kgf

Como la catenaria está descentrada alternativamente 20 cm, a ambos lados del eje de la vía, es necesario buscar una relación entre la longitud del vano y el descentramiento de los hilos de contacto, con respecto al centro del pantógrafo y obtener el valor máximo de este descentramiento a fin de asegurar que en ningún caso los hilos de contacto queden fuera de la zona de frotamiento del pantógrafo.

A esta relación se ha de añadir la acción que el viento lateral puede ejercer sobre la línea aérea de contacto, desviándola de su posición inicial.

Para el cálculo del vano se considera la proyección de la catenaria sobre el plano horizontal, sometida a una tensión mecánica igual a la suma de las tensiones de los hilos de contacto más la correspondiente al sustentador, estando además expuesta a la acción de un posible viento transversal, pudiéndose dar dos situaciones diferentes:

- Vano situado en recta y con descentramiento.
- Vano situado en curva y con descentramiento.

Como la situación más desfavorable es la de curva, el cálculo será realizado para esta situación.

La fórmula de cálculo será la siguiente:

$$a \leq \sqrt{8} \times R \times (d_{max} + b) \times T / ((V \times R) + T)$$

- a: longitud del vano
- T: Resultante tensión del cable
- dmax: descentramiento máximo
- R: Radio de la curva
- V: Fuerza de viento por ud. Longitud de cable

Según la norma UIC 799 Características de catenaria de corriente alterna, los datos normativos para la catenaria C-350 son:

- Descentramiento máximo: 0,12
- Descentramiento en apoyos respecto a la vía: 0,20.
- Tensión de cable conductor: 31,5 KN=3150 Kgf.

Para un radio de curva de R=7000; a = 57,84, por lo tanto se considera válido ya que a ≤ 64 m.

Para los diferentes radios de curva existentes en el proyecto de infraestructura, una vez realizado el mismo cálculo, se obtienen los siguientes vanos:

RADIO DE CURVA	Dato obtenido "a"	Vano propuesto
7000 (y recta)	57,84	64
6000	56,96	64
5000	55,79	62
4000	54,16	60
3000	51,50	55
1200	39,72	45

Tabla 1.7.1.1. – Cálculo de vanos

En el tramo de electrificación Taboadela-Seixalbo, los únicos radios de curva existentes son R 5000 y R 1200, por lo tanto se tendrá en cuenta a la hora del replanteo de postes, que las distancias máximas entre postes serán:

- Recta: 64 m.
- Curva R 5000: 62 m
- Curva R1200: 45 m.

No obstante, a la hora de la práctica, los vanos reales suelen ser menores para facilitar la instalación de la catenaria evitando la acumulación espacial de componentes como pueden ser los equipos de compensación, servicios afectados, ubicación de las obras de drenaje en plataforma, ubicación de armarios de mando y control, señalización, etc.

### **1.5.2 Cálculo compensación mecánica.**

La tensión mecánica de los conductores que componen la catenaria, es decir sustentador e hilo de contacto son fijas e independientes de la temperatura.

Para ello, cada 1280 m como máximo, se anclan sustentador e hilo de contacto, independientemente, a una polea de contrapesos que mantiene la tensión de los cables en los valores de 1575 kgf y 3150 kgf respectivamente. Dada la diferencia de tensiones de sustentador e hilo, la polea del sustentador es de relación 1/3 y la del hilo de contacto, de relación 1/5.

Este equipo de regulación de tensión permite la regulación de tensiones entre los  $-30^{\circ}\text{C}$  y los  $+ 80^{\circ}\text{C}$  de temperatura del conductor, que se corresponden a temperaturas del ambiente entre  $-30^{\circ}$  y  $+45^{\circ}$  aproximadamente.

En el punto central entre dos equipos de contrapesos, se instala un punto fijo que hace que el sustentador no se mueva. Si el tramo es sensiblemente horizontal, normalmente no es necesario colocar fijaciones entre el sustentador y el hilo de contacto, y si hay una pendiente superior a 2 milésimas entre anclajes, se coloca una fijación del hilo de contacto al sustentador en el lado que impida el

deslizamiento del hilo hacia la parte más baja. Cuando la distancia entre dos anclajes de una misma catenaria sea igual o inferior a los 640 m, situación que se presenta frecuentemente en Estaciones, se colocan contrapesos en un solo lado anclándose el otro lado sin compensar.

Al calentarse un cuerpo este experimenta un incremento de sus dimensiones, se produce un aumento de la longitud que, aproximadamente, es proporcional a su longitud inicial y al incremento de temperatura.

Si consideramos  $l_1$  y  $l_2$ , las longitudes inicial y final, y  $\alpha$ , la constante de proporcionalidad, se verifica que:

Variación de longitud:  $Dl = \alpha \times l_1 \times Dt$

La constante  $\alpha$  se denomina coeficiente de dilatación lineal y depende de la naturaleza del cuerpo, representando físicamente la variación de longitud por unidad de longitud y grado de temperatura.

Para el Cobre es:  $\alpha = 1,69 \cdot 10^{-5} \left(\frac{m}{m} \text{ } ^\circ\text{C}\right)$

Se ha adoptado el valor de 640 m como valor máximo del semi cantón de compensación. Los límites de temperatura contemplados son  $-20^\circ\text{C}$  y  $80^\circ\text{C}$ . Situándonos en el caso más desfavorable, la variación máxima de longitud que sufre el sustentador y el hilo de contacto debido a la variación de temperatura es:

$$d = 640 \times [80 - (-20)] \times 16,9 \times 10^{-6} = 1,024 \text{ m}$$

El hilo de contacto lleva una polea de relación 1:5, por lo que el desplazamiento del equipo de compensación será:

$$1,024 \text{ m} \times 5 = 5,12 \text{ m}$$

Sumando el recorrido de las 21 pesas (1,3 m) que proporcionan la tensión necesaria del hilo de contacto, se obtiene una altura libre de 6,42 m, que es

asegurada por la altura de los postes de anclaje (9.45 m) y la configuración del equipo de compensación.

No se incluye en el alcance del proyecto el cálculo de los conductores sin compensar al no considerarse relevante desde el punto de vista de análisis.

### **1.5.3 Determinación de tensiones óptimas en sustentador e hilo de contacto.**

En los cables de la catenaria compensados mecánicamente, la tensión y la flecha de los hilos es siempre constante e independiente de la temperatura ambiente y del vano. Los valores estandarizados de tensión para el sustentador y para el hilo de contacto en alta velocidad son:

#### **Sustentador**

- Tensión: 1575 kgf
- Carga de rotura: 3961 kgf
- Coeficiente de seguridad:  $CS=2.515$ , superior al exigido por la Norma [UNE-EN-50119, 2002].

#### **Hilo de contacto**

- Tensión: 3150 kgf
- Carga de rotura: 7717 kgf
- Coeficiente de seguridad:  $CS=2.45$ , superior al exigido por la Norma [UNE-EN-50119, 2002].

Según la UNE 50119:2002 la tensión máxima de trabajo del hilo de contacto no debe exceder el 65% de la tensión máxima, ponderada con determinados factores, como los relativos a la temperatura del hilo de contacto, el desgaste y los esfuerzos de montaje. Los factores a considerar en el cálculo de la máxima tensión de carga admisible son los siguientes:

- $K_{temperatura}=1.0$
- $K_{desgaste}=0.85$



- $K_{carga}=0.9$
- $K_{esfuerzo}=0.95$

El esfuerzo máximo debe ser:

$$F = 75.7 \times 103 \text{ N} \times 0.65 \times 1.0 \times 0.85 \times 0.9 \times 0.95 = 35760 \text{ N} = 3650 \text{ kgf}$$

Valor que es superior al tense del hilo de contacto, 3150 kgf.

### **Esfuerzos en cables.**

Para calcular el momento de vuelco de una catenaria se deben considerar los esfuerzos verticales producidos por el peso de los diferentes elementos que actúan sobre los postes y los esfuerzos horizontales producidos por las tensiones mecánicas de los cables, por los descentramientos y por las curvas, así como considerar los esfuerzos producidos por los condicionantes atmosféricos, el viento y el hielo.

#### Esfuerzos verticales:

Los esfuerzos verticales a considerar en el cálculo del momento de vuelco de una catenaria son los correspondientes al peso de los cables que conforman la línea aérea de contacto (hilos de contacto, sustentador, *feeder* + y -, cable de tierra, péndolas), así como los pesos de los elementos que son necesarios para mantener a los cables en su posición de trabajo (*ménsulas*, conjunto de atirantado, soportes *feeder*, etc.)

- Peso de la catenaria:

Corresponde al peso de la semi longitud del sustentador, de los hilos de contacto y de las péndolas existentes a cada lado del apoyo a estudiar.

En el presente proyecto únicamente se tiene en cuenta el peso de la semilongitud del sustentador y de los hilos de contacto. El peso de las péndolas se considerará despreciable.

- Peso del conjunto de ménsula con atirantado dentro

Este conjunto está formado por el propio cuerpo de la ménsula, conjunto de suspensión o pinza, tirante de ménsula, conjunto de atirantado, aisladores, así como la tornillería, plaquetas, etc.

Se considera despreciable al ser el momento que genera en el poste muy pequeño.

- Peso del conjunto de ménsula con atirantado fuera

Este conjunto está formado por el propio cuerpo de la ménsula, conjunto de suspensión o pinza, tirante de ménsula, conjunto de atirantado, aisladores, así como la tornillería, plaquetas, etc.

Se considera despreciable al ser el momento que genera en el poste muy pequeño.

- Peso del conjunto de atirantado

El peso del conjunto de atirantado está formado de forma genérica por los brazos de atirantado y por las piezas de unión.

Se considera despreciable al ser el momento que genera en el poste muy pequeño.

- Sobrecargas motivadas por el hielo

Corresponde a la sobrecarga que el hielo produce en los distintos cables que conforman la catenaria.

Según el art. 17 del Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas de Alta Tensión del Ministerio de Industria y Energía, se distinguen tres tipos de zonas A, B y C, en función de la altura del trazado.

- Zona A: Es la situada a menos de 500 metros de altitud sobre el nivel del mar. En esta zona no se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo.
- Zona B: Es la situada a una altitud de entre 500 y 1000 metros sobre el nivel del mar. En esta zona se considerarán sometidos los conductores y cables de tierra a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor  $180 \cdot d$  gramos por metro lineal, siendo  $d$  el diámetro del conductor o cable de tierra en mm.
- Zona C: Es la situada a una altitud superior a los 1000 metros sobre el nivel del mar. En esta zona se considerarán sometidos los conductores y cables de tierra a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor  $360 \cdot d$  gramos por metro lineal, siendo  $d$  el diámetro del conductor o cable de tierra en mm.

El tramo objeto del presente proyecto tiene una altitud media de 700 metros sobre el nivel del mar. Pertenece, por tanto, a la zona B. El efecto del hielo se tiene en cuenta en la tensión de montaje de los cables pero no en el cálculo de los momentos de vuelco sobre los postes, ya que se puede considerar despreciable su efecto con respecto al resto de fuerzas que actúan sobre la catenaria.

#### Esfuerzos horizontales:

Se consideran como esfuerzos horizontales los que se producen en sentido perpendicular al tendido de la catenaria por efecto del viento y por los descentramientos, tanto en recta como en curva.

Se debe considerar el esfuerzo radial tanto del sustentador como de los hilos de contacto, que están en función del descentramiento, del radio de la curva, en caso de existir, y de las tensiones mecánicas de los cables, así como los incrementos de tensión que puede producir el viento sobre los cables y postes.

### 1.5.4 Cálculo de los momentos en la base de los postes.

Los esfuerzos soportados por los cables generan un momento de vuelco en los postes.

#### 1.5.4.1 Sustentador e hilo de contacto.

Conocido el valor de las tensiones y fuerzas a las que están sometidos el sustentador y el hilo de contacto, se procede a calcular el momento que cada una de las fuerzas genera en la base de los postes.

Como ya se ha comentado anteriormente, los esfuerzos que se tienen en cuenta sobre el sustentador y sobre el hilo de contacto son los producidos por el peso de los cables, los producidos por el efecto del viento y el generado en el atirantado. En los tramos en curva también se considera el esfuerzo radial que se produce sobre el brazo de atirantado, perpendicular a la vía.

##### 1.5.4.1.1 Cálculo del esfuerzo generado por el Viento y por el Peso

Se describe el momento que generan el viento y el peso del sustentador y del hilo de contacto sobre los postes de la catenaria:

Como cada poste forma parte de dos vanos diferentes, y los vanos y fuerzas que actúan sobre cada vano se consideran iguales a ambos lados de los postes, la resultante del Peso y de la Fuerza del Viento sobre cada uno de los poste será igual a:

$$\frac{F_{V_{HC}}^{Vano1}}{2} + \frac{F_{V_{HC}}^{Vano2}}{2} = F_{V_{HC}} ; \quad \frac{F_{V_{Sust}}^{Vano1}}{2} + \frac{F_{V_{Sust}}^{Vano2}}{2} = F_{V_{Sust}}$$

$$\frac{P_{HC}^{Vano1}}{2} + \frac{P_{HC}^{Vano2}}{2} = P_{HC} ; \quad \frac{P_{Sust}^{Vano1}}{2} + \frac{P_{Sust}^{Vano2}}{2} = P_{Sust}$$

Figura 1.5.4.1.1.1 Formulas reparto de fuerzas en postes.

- $F_{V_{HC}}$  = Resultante de la Fuerza del viento sobre el Hilo de Contacto [kgf]
- $F_{V_{Sust}}$  = Resultante de la Fuerza del viento sobre el Sustentador. [kgf]

- PHC = Resultante del Peso del Hilo de Contacto. [kgf]
- PSust = Resultante del Peso del Sustentador [kgf]

Según las especificaciones de diseño de proyecto, se considera que en el tramo objeto de estudio la velocidad del viento es de 120 km/h.

En la tabla siguiente se muestra la resistencia del viento sobre los diferentes tipos de cables para  $V_{viento} = 120$  km/h:

Tipo de cable	Presiones en kgf por metro lineal de cable
Tierra (LA-110) (14 mm Ø)	0,84
Cable de péndolas de 16 mm <sup>2</sup> (5 mm Ø)	0,30
Hilo de contacto de Cu de 107 mm <sup>2</sup> (12,24 mm Ø)	0,73
Hilo de contacto de Cu de 120 mm <sup>2</sup> (12,92 mm Ø)	0,77
Hilo de contacto de Cu de 150mm <sup>2</sup> (14,5 mm Ø)	1,06
Sustentador de Cu de 100 mm <sup>2</sup> (11,28 mm Ø)	0,90
LA-380	1,27
LA-280	1,09
Feeder de Cu de 184 mm <sup>2</sup> (17,54 mm Ø)	0,87
Feeder de Cu de 225 mm <sup>2</sup> (19,46 mm Ø)	0,97
Feeder de aluminio de 253 mm <sup>2</sup> (20,68 mm Ø)	1,03

Tabla 1.5.4.1.1.1 Resistencia del viento sobre los diferentes tipos de cables para  $V_{viento} = 120$  km/h

Conocida la resistencia del viento sobre los cables, la fuerza que ejerce sobre ellos es:

$$F_v = R_v \cdot a$$

Siendo:

- $F_v$  = Fuerza del viento sobre los cables [kgf]
- $R_v$  = Resistencia tabulada del viento [kgf/m]

$a$  = Vano [m]

**Para el hilo de contacto:**

Se trata de un hilo de Cobre (Cu) de 150 mm<sup>2</sup>. Según la tabla anterior, el valor de la presión del viento en Kgf.por metro lineal de hilo de contacto es:

$$RvHC = 1,06 \text{ Kgf/m}$$

Siendo el valor del vano en recta  $a = 64$  m, la fuerza del viento sobre el hilo de contacto a lo largo de un vano es:

$$FvHC = RvHC \times a_{recta} = 1,06 \text{ kgf /m} \times 64\text{m} = 67,71 \text{ kgf}$$

Según los datos facilitados en este Anexo, en cuanto a características de los Cables, el peso lineal del hilo de contacto es:

$$mHC = 1,335 \text{ kgf/m}$$

Por lo tanto, el peso de hilo de contacto en un vano es:

$$PHC = mHC \times a_{recta} = 1,335 \text{ kgf / m} \times 64\text{m} = 85,44 \text{ kgf}$$

**Para el Sustentador:**

Se trata de un hilo de Cobre (Cu) de 100 mm<sup>2</sup>. Según la tabla, el valor de la presión del viento en Kgf.por metro lineal de sustentador es:

$$Rvsust = 0,90 \text{ Kgf/m}$$

$$Fvsust = Rv \times a_{recta} = 0,90\text{kgf /m} \times 64\text{m} = 57,60 \text{ Kgf}$$

$$msust = 0,89 \text{ kgf/m}$$

$$P_{sust} = m_{sust} \times a_{recta} = 0,89 \text{ kgf/m} \times 64 \text{ m} = 56,96 \text{ kgf}$$

### 1.5.4.1.2 Esfuerzo de atirantado

El esfuerzo de atirantado se puede obtener mediante la expresión de la norma N.A.E. 108 Montaje de sustentador e hilos de contacto de la línea aérea de contacto:

$$F_{atira} = 2 \cdot T \cdot \text{sen}\alpha$$
$$\text{sen}\alpha \cong \text{tg}\alpha = \frac{d}{\frac{a}{2}} \Rightarrow F_{atira} = 2 \cdot T \cdot \frac{d}{\frac{a}{2}} = \frac{4 \cdot T \cdot d}{a}$$

Figura 1.5.4.1.2.1 Formulas atirantado.

Donde:

- Fa = Fuerza de atirantado [kgf]
- T = Tensión del cable [kgf]
- a = Longitud del vano [m]
- d = descentramiento [m]

#### Para el hilo de contacto:

Como se comento en el anterior apartado, la tensión de tendido del Hilo de Contacto es:

$$\text{THC} = 3150 \text{ kgf}$$

El descentramiento es siempre:  $d = \pm 20 \text{ cm} = \pm 0,20 \text{ m}$ , y el vano,  $a = 64 \text{ m}$ , por lo tanto:

$$F_{aHC} = (4 \times \text{THC} \times d)/a = 4 \times 3150 \times 0,20 / 64 = 39,38 \text{ Kgf.}$$

**Para el sustentador:**

$$T_{\text{sust}} = 1575 \text{ Kgf}$$

Por lo tanto:

$$F_{\text{aSust}} = 4 \times T_{\text{sust}} \times d/a = 4 \times 1575 \times 0,2 / 64 = 19,69 \text{ Kgf}$$

**1.5.4.1.3 Esfuerzo en curva**

El tramo de proyecto es un trazado formado por rectas, curvas de radio  $R = 5000\text{m}$  y curvas de radio  $R = 1200\text{m}$ .

Según la norma N.A.E. 108 Montaje de sustentador e hilos de contacto de la línea aérea de contacto, el esfuerzo radial que se produce en las curvas sobre el brazo de atirantado, perpendicular a la vía, viene expresado por la siguiente ecuación:

$$R_y = T \cdot \frac{a}{R + d}$$

Figura 1.5.4.1.3.1 Formula esfuerzo atirantado

Donde:

- $T$  = Tensión del cable [kgf]
- $a$  = Longitud del vano [m]
- $d$  = descentramiento [m]
- $R$  = Radio curva (m)

**Para el hilo de contacto:**

$$T_{\text{HC}} = 3150 \text{ kgf}$$

$$d = 0,20 \text{ m}$$



Para Curvas de  $R = 5000$  m:

- $a = 64$  m
- $R_{yHC} = 40,32$  kgf

Para Curvas de  $R = 1200$  m

- $a = 45$  m
- $R_{yHC} = 118,11$  kgf

**Para el Sustentador:**

$T_{sust} = 1575$  kgf

$d = 0,20$  m

Para Curvas de  $R = 5000$  m:

- $a = 64$  m
- $R_{ysust} = 20,16$  kgf

Para Curvas de  $R = 1200$  m

- $a = 45$  m
- $R_{ysust} = 59,05$  kgf

En la siguiente figura se puede observar el conjunto de fuerzas que actúan sobre el hilo de contacto y sobre el cable sustentador, en recta y en el caso más desfavorable, las cuales generan los momentos de vuelco con respecto a la base de los postes:

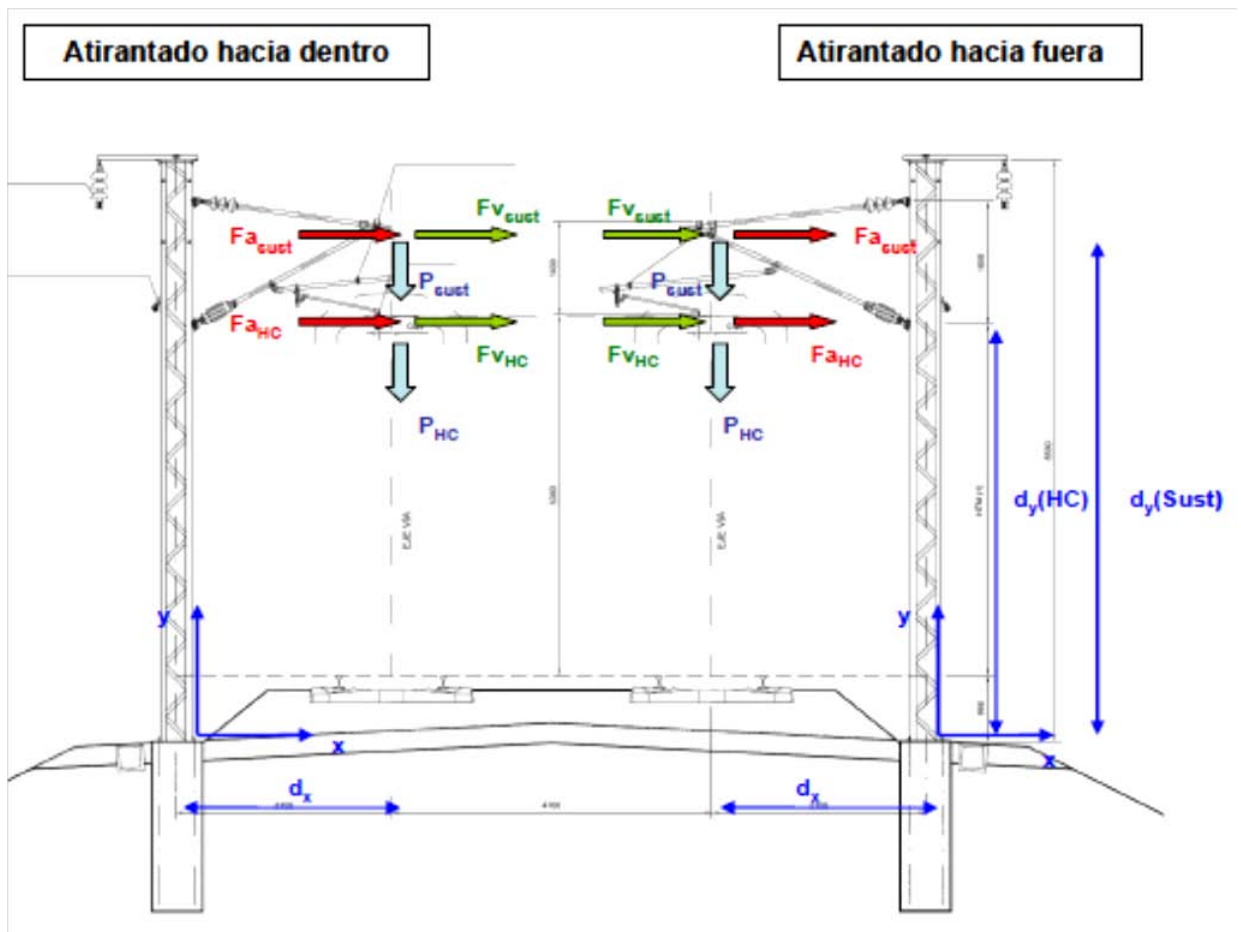


Figura 1.5.4.1.3.2 Fuerzas que actúan sobre hilo de contacto y sustentador

#### 1.5.4.1.4. Cálculo del Momento de Vuelco para el Hilo de Contacto

Para el cálculo del momento de vuelco se considera que el caso más desfavorable se produce cuando el poste vuelca hacia el eje de vía (como puede apreciarse en la figura anterior en el caso de atirantado hacia dentro), considerando este sentido de giro como positivo, y como momento negativo el sentido hacia fuera de la vía.

**Para el caso en recta:**

$$M_{totHC} = M_{vHC} + M_{pHC} + M_{aHC}$$

$$M_{vHC} = F_v \times dy = \text{Momento generado por el viento, [kgf} \cdot \text{m]}$$

$$M_{pHC} = P \times dx = \text{Momento generado por el peso del hilo de contacto, [kgf} \cdot \text{m]}$$

$$M_{aHC} = F_a \times dy = \text{Momento generado por el esfuerzo de atirantado en el hilo de contacto, [kgf} \cdot \text{m]}$$

**Para el hilo de contacto:**

$$dy_{HC} = 6,15 \text{ m}$$

$$dx_{HC} = 3,20 \text{ m}$$

Por lo tanto:

$$M_{totHC} = (67,71 \text{ kgf} \cdot 6,15 \text{ m}) + (85,44 \text{ kgf} \cdot 3,20 \text{ m}) + (39,38 \text{ kgf} \cdot 6,15 \text{ m}) = 931,99 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

- Para el caso en curva de R = 5000 m:

$$M_{totHC} = M_{vHC} + M_{pHC} + M_{aHC} + M_{curHC5000}$$

$$M_{curHC5000} = R_{yHC} \times dy_{HC} = \text{Momento generado en curva de } R = 5000 \text{ m, [kgf} \cdot \text{m]}$$

Por lo tanto:

$$M_{totHC} = 931,99 \text{ kgf} \cdot \text{m} + (40,32 \text{ kgf} \cdot 6,15 \text{ m}) = 1179,95 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

- Para el caso en curva de R = 1200 m:

$$M_{totHC} = M_{vHC} + M_{pHC} + M_{aHC} + M_{curHC1200}$$

$$M_{cur} = R_y \times dy_{1200} = \text{Momento generado en curva de } R = 1200 \text{ m, [kgf} \cdot \text{m]}$$

Por lo tanto:

$$M_{totHC} = 931,99 \text{ kgf} \cdot \text{m} + (118,11 \text{ kgf} \cdot 6,15 \text{ m}) = 1658,34 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

#### 1.5.4.1.5. Cálculo del momento de vuelco para el Sustentador

Al igual que sucede con el hilo de contacto, se considera que el caso mas desfavorable se produce cuando el poste vuelca hacia el eje de vía, considerando este sentido de giro como positivo.

Antes de calcular el momento de vuelco generado por el sustentador es necesario remarcar que el cable sustentador se puede colocar a diferentes alturas en el poste dependiendo de la configuración de la vía y, no obstante la configuración escogida es para la altura de 1,4 m por encima del hilo de contacto.

**Para el caso en recta:**

$$M_{totsust} = M_{vsust} + M_{psust} + M_{asust}$$

$$M_{vsust} = F_{vsust} \times d_{ysust} = \text{Momento generado por el viento, [kgf} \cdot \text{m]}$$

$$M_{psust} = P_{sust} \times d_{xsust} = \text{Momento generado por el peso del sustentador, [kgf} \cdot \text{m]}$$

$$M_{asust} = F_{asust} \times d_{ysust} = \text{Momento generado por el esfuerzo de atirantado en el sustentador, [kgf} \cdot \text{m]}$$

Para el sustentador:

$d_{ysust} (1,4 \text{ m}) = 7,55 \text{ m} =$  Distancia vertical del sustentador a 1,4 m del hilo de contacto de la base del poste.

Por lo tanto:

$$M_{totSust} (1,4\text{m}) = (57,60 \text{ kgf} \cdot 7,55) + (56,96 \text{ kgf} \cdot 3,20) + (19,69 \text{ kgf} \cdot 6,15) = 765,79 \text{ kgf} \cdot \text{m}.$$

**Para el caso en curva de R = 5000 m:**

$$M_{totsust} = M_{vsust} + M_{psust} + M_{asust} + M_{cursust5000}$$

$$M_{cur\ sust\ 5000} = R_{ysust} \times d_{ysust\ 5000} = \text{Momento generado en curva de } R = 5000 \text{ m,}$$

Por lo tanto:

$$M_{totSust}(1,4\text{ m}) = 765,79 \text{ kgf} \cdot \text{m} + (20,16 \text{ kgf} \cdot 7,55 \text{ m}) = \mathbf{917,99 \text{ kgf}\cdot\text{m}}$$

**Para el caso en curva de R = 1200 m:**

$$M_{totsust} = M_{vsust} + M_{psust} + M_{asust} + M_{cursust1200}$$

$$M_{cur} = R_y \times dy \ 1200 = \text{Momento generado en curva de } R = 1200 \text{ m,}$$

Por lo tanto:

$$M_{totSust}(1,4\text{ m}) = 765,79 \text{ kgf} \cdot \text{m} + (59,05 \text{ kgf} \cdot 7,55 \text{ m}) = \mathbf{1211,64 \text{ kgf}\cdot\text{m}}$$

#### 1.5.4.2 Cable de retorno, Feeder – y Feeder +

Al tratarse de cables no compensados y sin esfuerzos de atirantado, las fuerzas que actúan sobre ellos son su propio peso y la producida por efecto del viento.

##### 1.5.4.2.1 Esfuerzo generado por peso y viento

**Para el feeder –:**

Se trata de un hilo LA-380. El valor de la presión del viento en kgf por metro lineal de hilo es  $R_{vfeed-} = 1,27 \text{ kgf/m}$ .

Siendo el vano en recta  $a = 64 \text{ m}$ , la fuerza del viento sobre el feeder - a lo largo de un vano será:

$$F_{vfeed-} = R_{vfeed-} \times a_{recta} = 1,27 \times 64 = 81,28 \text{ kgf}$$

Según lo visto en el apartado de características de los conductores, el peso lineal del feeder – es  $m_{feed-} = 1,275 \text{ kgf/m}$

Por lo tanto el peso de feeder – en un vano será:

$$P_{feed-} = m_{feed-} \times a_{recta} = 1,275 \cdot 64 = 81,92 \text{ kgf}$$

**Para el feeder +:**

Se trata de un hilo de LA-280. El valor de la presión del viento en kgf por metro lineal de hilo es  $R_{vfeed+} = 1,09 \text{ kgf/m}$

$$a = 64 \text{ m}$$

$$F_{vfeed+} = R_{vfeed+} \times a_{recta} = 1,09 \times 64 = 69,76 \text{ Kgf}$$

$$m_{feed+} = 0,976 \text{ kgf/m}$$

$$P_{feed+} = m_{feed+} \times a_{recta} = 0,976 \cdot 64 = 62,72 \text{ kgf}$$

**Para el cable de retorno:**

Se trata de un hilo de LA-110. El valor de la presión del viento en kgf por metro lineal de hilo es  $R_{vCR} = 0,84 \text{ kgf/m}$

$$a = 64 \text{ m}$$

$$F_{vCR} = R_{vCR} \times a_{recta} = 0,84 \times 64 = 53,76 \text{ Kgf}$$

$$m_{CR} = 0,43 \text{ kgf/m}$$

$$P_{CR} = m_{CR} \times a_{recta} = 0,43 \cdot 64 = 27,52 \text{ kgf}$$

**1.5.4.2.2. Esfuerzo generado en Curva**

La fuerza radial que se genera en las curvas sobre el feeder -, el feeder + y el cable de retorno se deduce de la expresión:

**Para el feeder -:**

- $T_{feed-} = 2700 \text{ kgf}$
- $d = 0,20 \text{ m}$

**Para Curvas de  $R = 5000 \text{ m}$ :**

- $a = 64 \text{ m}$
- $R_{yfeed-} = 34,56 \text{ kgf}$

Para Curvas de R = 1200 m

- $a = 45 \text{ m}$
- $R_{yfeed-} = 101,25 \text{ kgf}$

**Para el feeder +:**

- $T_{feed+} = 2200 \text{ kgf}$
- $d = 0,20 \text{ m}$

Para Curvas de R = 5000 m:

- $a = 64 \text{ m}$
- $R_{yfeed+} = 28,16 \text{ kgf}$

Para Curvas de R = 1200 m

- $a = 45 \text{ m}$
- $R_{yfeed+} = 82,50 \text{ kgf}$

**Para el cable de retorno:**

- $TCR = 1100 \text{ kgf}$
- $d = 0,20 \text{ m}$

Para Curvas de R = 5000 m:

- $a = 64 \text{ m}$
- $R_{yCR} = 14,08 \text{ kgf}$

Para Curvas de R = 1200 m

- $a = 45 \text{ m}$
- $R_{yCR} = 41,25 \text{ kgf}$

En la figura siguiente se pueden observar el conjunto de fuerzas que actúan sobre el feeder -, el feeder + y el cable de retorno, en recta, generando los momentos de vuelco con respecto a la base de los postes.

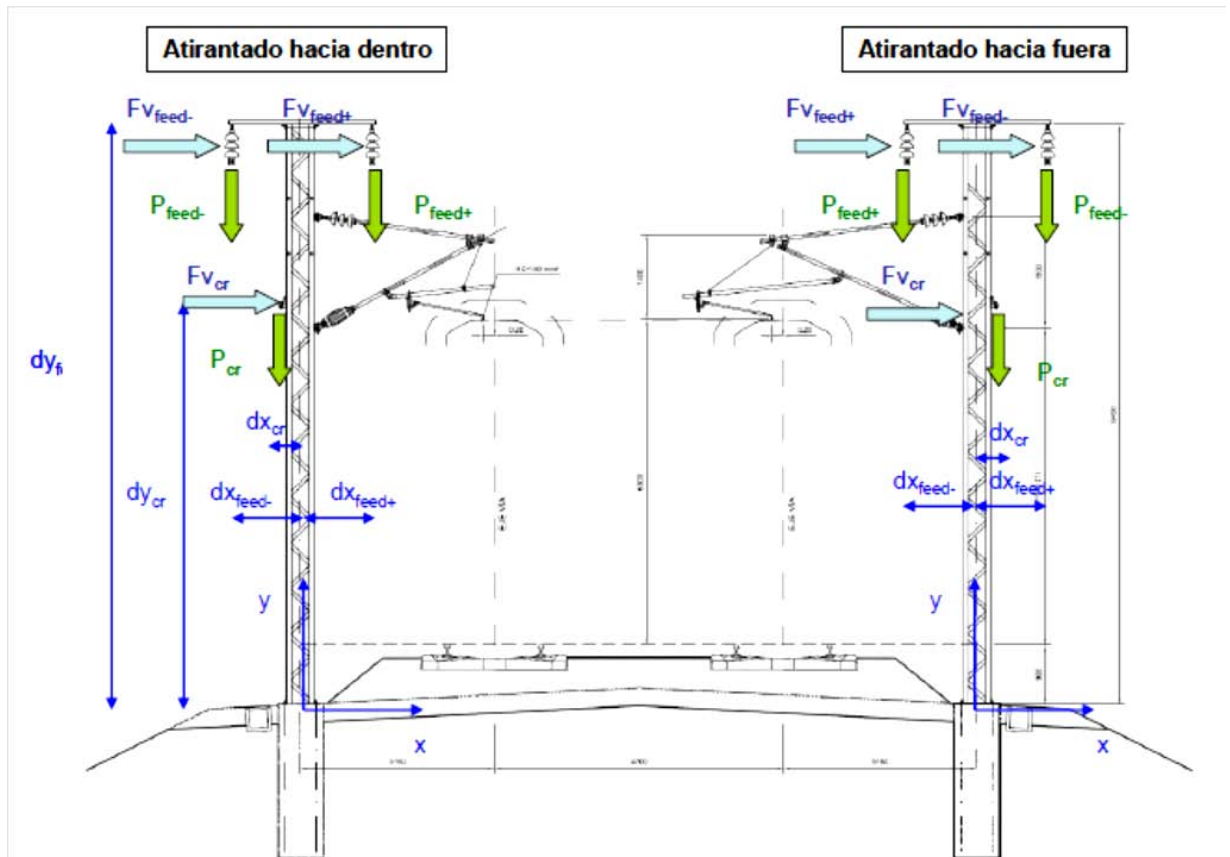


Figura 1.5.4.2.2.1 Fuerzas que actúan sobre feeder-, feeder+ y cable de retorno.

### 1.5.4.2.3. Cálculo de momento de vuelco para feeder -.

Para el cálculo del momento de vuelco, se considera que el caso más desfavorable se produce cuando el poste vuelca hacia el eje de vía, como se refleja en la figura anterior en el atirantado hacia dentro, considerando este sentido de giro como positivo, y como momento negativo el sentido hacia fuera de la vía.



**Para el caso en recta:**

$$M_{totfeed-} = (M_{vfeed-}) - (M_{pfeed-})$$

$$M_{vfeed-} = F_{vfeed-} \times d_{yfeed-} = \text{Momento generado por el viento}$$

$$M_{pfeed-} = P_{feed-} \times d_{xfeed-} = \text{Momento generado por el peso del feeder -}$$

Para el Feeder -:

- $d_{yFeed-} = 9,15 \text{ m}$
- $d_{xFeed-} = 1,30 \text{ m}$

Por lo tanto:

$$M_{totFeed-} = (81,28 \text{ kgf} \cdot 9,15 \text{ m}) - (81,92 \text{ kgf} \cdot 1,30 \text{ m}) = 637,22 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

**Para el caso en curva de R = 5000 m:**

$$M_{totfeed-} = (M_{vfeed-}) - (M_{pfeed-}) - M_{cur5000feed-}$$

$$M_{cur5000feed-} = \text{Momento generado en curva de R = 5000 m}$$

Por lo tanto:

$$M_{totFeed-} = 637,22 \text{ kgf}\cdot\text{m} + (34,56 \text{ kgf} \cdot 9,15 \text{ m}) = \mathbf{953,44 \text{ kgf}\cdot\text{m}}$$

**Para el caso en curva de R = 1200 m:**

$$M_{totfeed-} = (M_{vfeed-}) - (M_{pfeed-}) - M_{cur1200feed-}$$

$$M_{totFeed-} = 637,22 \text{ kgf}\cdot\text{m} + (101,25 \text{ kgf} \cdot 9,15 \text{ m}) = \mathbf{1563,65 \text{ kgf}\cdot\text{m}}$$

**1.5.4.2.4 Cálculo del Momento de Vuelco para el Feeder +**

Para el cálculo del momento de vuelco, se considera que el caso más desfavorable se produce cuando el poste vuelca hacia el eje de vía, en el atirantado hacia dentro, considerando este sentido de giro como positivo, y como momento negativo el sentido hacia fuera de la vía.

**Para el caso en recta:**

$$M_{totfeed+} = (M_{vfeed+}) - (M_{pfeed+})$$

$$M_{vfeed+} = F_{vfeed+} \times dy_{feed+} = \text{Momento generado por el viento}$$

$$M_{pfeed+} = P_{feed+} \times dx_{feed+} = \text{Momento generado por el peso del feeder +}$$

Para el Feeder +, se tiene:

- $dy_{Feed+} = 9,15 \text{ m}$
- $dx_{Feed+} = 1,30 \text{ m}$

$$M_{totFeed+} = (69,76 \text{ kgf} \cdot 9,15 \text{ m}) + (62,72 \text{ kgf} \cdot 1,30 \text{ m}) = 719,84 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

**Para el caso de curva de R = 5000 m:**

$$M_{totfeed+} = (M_{vfeed+}) + (M_{pfeed+}) + M_{cur5000feed+}$$

$$M_{totFeed+} = 719,84 \text{ kgf}\cdot\text{m} + (28,16 \text{ kgf} \cdot 9,15 \text{ m}) = 977,50 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

**Para el caso de curva de R = 1200 m:**

$$M_{totfeed+} = (M_{vfeed+}) + (M_{pfeed+}) + M_{cur1200feed+}$$

$$M_{totFeed+} = 719,84 \text{ kgf}\cdot\text{m} + (82,50 \text{ kgf} \cdot 9,15 \text{ m}) = 1474,72 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

**1.5.4.2.5 Cálculo del Momento de Vuelco para el Cable de Retorno**

Para el cálculo del momento de vuelco, se considera que el caso más desfavorable se produce cuando el poste vuelca hacia el eje de vía, en el atirantado hacia dentro, considerando este sentido de giro como positivo, y como momento negativo el sentido hacia fuera de la vía.

**Para el caso en recta:**

$$M_{totCR} = (M_{vCR}) - (M_{pCR})$$

Para el cable de retorno, se tiene:

- $dy_{Feed+} = 6,35 \text{ m}$
- $dx_{Feed+} = 0,24$

$$mM_{totCR} = (53,76 \text{ kgf} \cdot 6,35 \text{ m}) - (27,52 \text{ kgf} \cdot 0,24 \text{ m}) = 334,77 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

**Para el caso de curva de R = 5000 m:**

$$M_{totCR} = (M_vCR) - (M_pCR) + M_{cur5000CR}$$

$$M_{totCR} = 334,77 \text{ kgf} \cdot \text{m} + (14,08 \text{ kgf} \cdot 6,35 \text{ m}) = \mathbf{430,78 \text{ kgf} \cdot \text{m}}$$

**Para el caso de curva de R = 1200 m:**

$$M_{totCR} = (M_vCR) + (M_pCR) + M_{cur1200CR}$$

$$M_{totCR} = 334,77 \text{ kgf} \cdot \text{m} + (41,25 \text{ kgf} \cdot 6,35 \text{ m}) = \mathbf{603,31 \text{ kgf} \cdot \text{m}}$$

### 1.5.5 Cálculo de los postes.

Los postes normales de la catenaria son metálicos, formados por dos perfiles UPN unidos por diagonales. Se anclan a la cimentación por intermedio de una placa que se fija con tuercas a los cáncamos que forman la armadura de la cimentación.

La altura de los postes es de 8,55 m, cuando la catenaria no lleva *feeder* de refuerzo, y de 9,45 m, cuando sí lleva *feeder* de refuerzo y cuando es un anclaje de compensación.

En este apartado se pre dimensionan y calculan los postes necesarios para el montaje de los equipos de catenaria. Se proyectan los siguientes tipos básicos de postes:

- X-nAV: Vía general, excepto semiejes de seccionamiento. Sin *feeder* de refuerzo.

Los Perfiles UPN se definen de acuerdo a las siguientes normas:

- UNE 36522:1972 - Productos de Acero. Perfil U Normal (UPN). Medidas y tolerancias. [UNE 36522:1972].
- UNE-EN 10279:2001 - Perfiles en U de Acero laminado en caliente. Tolerancias dimensionales, de la forma y de la masa. [UNE-EN 10279:2001].

En este apartado se deduce, en función del tipo de poste, el momento de vuelco total que va a generarse en el poste, considerando la suma de todos los momentos individuales que generan los cables que soporta.

Se hace la distinción ya comentada de esfuerzos sobre recta, curva de 5000 m y curva de 1200 m.

Asimismo, y en previsión de las distintas formas de disposición de conductores, se calculan los citados momentos de vuelco con 2 disposiciones de alimentación distintas:

- Catenaria sin feeder.
- Catenaria con un feeder negativo tipo LA-380.

No se ha considerado el viento sobre la superficie del poste, que sí se tiene en cuenta al considerar la resistencia de los postes, como se verá en el siguiente apartado.

A la hora de calcular los momentos de vuelco sobre la base de los postes habrá que posicionarse en la situación más desfavorable.

Los conductores que van a ejercer momentos de vuelco sobre este tipo de poste son:

- Sustentador
- Hilo de contacto
- Cable de retorno
- Feeder –

Para el cálculo del momento de vuelco en el poste, hay que situarse en el caso más desfavorable que puede darse, que en este caso es aquel que hace que el poste vuelque hacia el lado de la vía. Para ello se considera que la fuerza que ejerce el viento sobre los cables y los esfuerzos generados por el atirantado sobre el poste están en el mismo sentido.

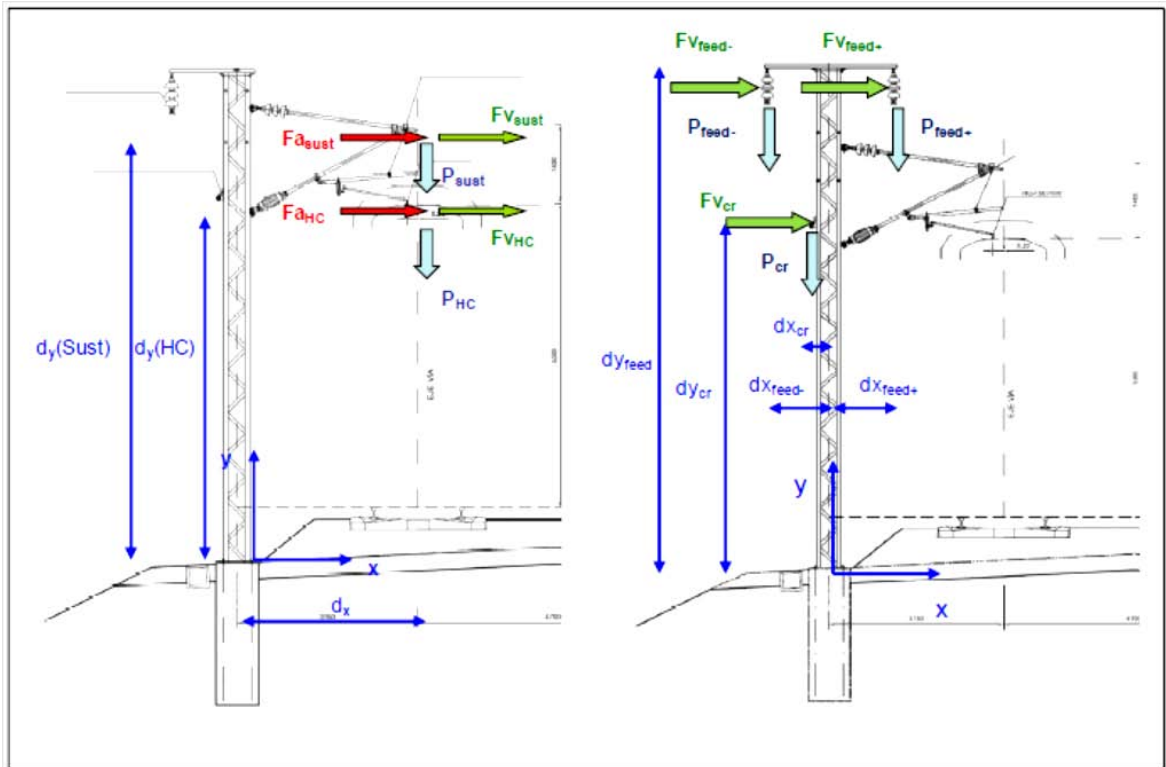


Figura 1.5.5.1 Figura de fuerzas en un poste.

$$M_{TOTAL} = M_{SUST} + M_{HC} + M_{CR} + M_{FEED-}$$

$M_{SUST} = M_{V_{sust}} + M_{p_{sust}} + M_{a_{sust}}$	Momento total generado por el cable sustentador [kgf·m]
$M_{HC} = M_{V_{HC}} + M_{p_{HC}} + M_{a_{HC}}$	Momento total generado por el hilo de contacto [kgf·m]
$M_{Feed-} = M_{V_{Feed-}} - M_{p_{Feed-}}$	Momento total generado por el feeder - [kgf·m]
$M_{CR} = M_{V_{CR}} - M_{p_{CR}}$	Momento total generado por el cable de retorno [kgf·m]

Figura 1.5.5.2 Fórmulas de cálculo de Momento

Por lo tanto, el momento total sobre el poste será el siguiente:

	RECTA	CURVA R=5000 M	CURVA R=1200 M
$M_{Sust}$ [kgf·m]	765,79	917,99	1211,64
$M_{HC}$ [kgf·m]	931,99	1179,95	1658,34
$M_{Feed.}$ [kgf·m]	637,22	953,44	1563,65
$M_{CR}$ [kgf·m]	334,77	424,18	596,71
<b><math>M_{Total}</math> [kgf·m]</b>	<b>2669,77</b>	<b>3475,56</b>	<b>5030,34</b>

Tabla 1.5.5.1 Resultados Momentos de vuelco sobre poste

### 1.5.5.1 Datos de partida de postes.

Los datos mecánicos de los perfiles UPN se encuentran estandarizados a través de la Norma ETI de infraestructura [2002/732/CE: 2002], teniendo en cuenta una velocidad del aire de 120 km/h, los datos obtenidos de la norma son los siguientes:

	X-1AV	X-2AV	X-3AV	X-4AV	X-5AV	X-6AV	X-7AV
Altura del poste (m)	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55
UPN	100	120	140	160	180	200	220
Separación UPN (cm)	40	40	40	40	45	45	45
Ancho UPN (cm)	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
Ancho presilla (cm)	4	4	4	4	4	4	4
Espesor presilla (cm)	1	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4	2
Radio de giro de la UPN (cm)	1,47	1,59	1,75	1,89	2,02	2,14	2,3
Carga de trabajo (kgf/cm <sup>2</sup> )	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400
Momento de inercia (cm <sup>4</sup> )	29,3	43,2	62,7	85,3	114	148	197
cG (cm)	1,55	1,6	1,75	1,84	1,92	2,01	2,14
Área UPN (cm <sup>2</sup> )	13,5	17	20,4	24	28	32,2	37,4
Modulo resistente (cm <sup>3</sup> )	41,2	60,7	86,4	11	150	191	245
Número de presillas	26	26	26	26	26	26	26
Presión del viento (kgf/m <sup>2</sup> )	100	100	100	100	100	100	100
Longitud de presillas (cm)	53,15	53,15	53,15	53,15	57,01	57,01	57,01
Esbeltez de la UPN	47,62	44,03	40,00	37,04	34,65	32,71	30,43
Omega UPN	1,11	1,09	1,07	1,06	1,05	1,05	1,04
Iy (cm <sup>4</sup> )	9249,47	11597,44	13714,35	16000,31	23946,04	27333,70	31400,81
Wy (cm <sup>4</sup> )	462,47	579,87	685,72	800,02	1064,27	1214,83	1395,59
Wx (cm <sup>4</sup> )	82,40	121,40	172,80	22,00	300,00	382,00	490,00
Superficie viento transversal (m <sup>2</sup> )	1,28	1,54	1,80	2,05	2,31	2,57	2,82
Superficie viento longitudinal (m <sup>2</sup> )	2,82	2,99	3,16	3,33	3,58	3,75	3,92
Cortante transversal viento (kgf)	128,25	153,90	179,55	205,20	230,85	256,50	282,15
Momento transversal viento (kgf·m)	548,27	657,92	767,58	877,23	986,88	1096,54	1206,19
Momento longitudinal viento (kgf·m)	1203,63	1276,74	1349,84	1422,94	1530,37	1603,47	1676,57
<b>Momento admisible total (kgf·m)</b>	<b>5833,00</b>	<b>7447,90</b>	<b>8972,00</b>	<b>10566,24</b>	<b>14190,24</b>	<b>16197,75</b>	<b>18786,81</b>
<b>Momento adm.-viento (kgf·m)</b>	<b>5284,73</b>	<b>6789,97</b>	<b>8204,43</b>	<b>9689,01</b>	<b>13203,36</b>	<b>15101,21</b>	<b>17580,62</b>

Tabla 1.5.5.1.1 Datos normativos postes LAV

### 1.5.5.2 Selección del tipo de poste.

En función de los momentos máximos de vuelco que pueden generar las fuerzas que actúan sobre los postes, calculados en los apartados anteriores, y de los momentos resistentes que son capaces de soportar los distintos modelos de poste existentes, se muestran en la siguiente tabla los postes seleccionados para cada tipo de configuración posible.

Por lo tanto, comenzamos con la justificación de la catenaria sin feeder, es decir, con los esfuerzos provocados por el hilo de contacto, sustentador e hilo de retorno:

RADIO DE CURVA	Cálculo:	Momento Vuelco (kgf.m)	Tipo poste	Momento admisible (kgf.m)
RECTA	$M_{hc} + M_{sust} + M_{cr}$	2032,56	X-1AV	5284,73
5000	$M_{hc5000} + M_{sust5000} + M_{cr5000}$	2522,12	X-1AV	5284,73
1200	$M_{hc1200} + M_{sust1200} + M_{cr1200}$	3466,69	X-1AV	5284,73

Tabla 1.5.5.2.1 – Selección de postes sencillos (sin feeder)

Conociendo los siguientes datos de los anteriores apartados de cálculo:

- $M_{hc}=931,99$  Kgf
- $M_{sust}=765,79$  Kgf
- $M_{cr}=334,77$  Kgf
- $M_{hc5000}=1179,95$  Kgf
- $M_{sust5000}=917,99$  Kgf
- $M_{cr5000}=430,78$  Kgf
- $M_{hc1200}=1658,34$  Kgf
- $M_{sust1200}=1211,64$  Kgf
- $M_{cr1200}=603,31$  Kgf

Ahora realizamos el cálculo para poste con feeder -:

RADIO DE CURVA	Cálculo:	Momento Vuelco (kgf.m)	Tipo poste	Momento admisible (kgf.m)
RECTA	$M_{hc} + M_{sust} + M_{cr} + M_{totfeed-}$	2.669,77	X1-AV	5.284,73
5000	$M_{hc5000} + M_{sust5000} + M_{cr5000} + M_{totfeed-}$	3.475,56	X1-AV	5.284,73
1200	$M_{hc1200} + M_{sust1200} + M_{cr1200} + M_{totfeed-}$	5.030,34	X2-AV	6.789,97

Tabla 1.5.5.2.2 – Selección de postes con feeder -

Conociendo los siguientes datos de los anteriores apartados de cálculo:

- Para recta  $M_{totfeed-}=637,22$  Kgf
- Para curva R5000  $M_{totfeed-}=953,44$  Kgf
- Para curva R1200  $M_{totfeed-}= 1563,65$  Kgf

### 1.5.6 Cálculo de cimentaciones.

En las instalaciones de catenaria los postes no se suelen montar directamente sobre el suelo, sino que lo hacen a través de cimentaciones de hormigón.

En vía convencional, estas cimentaciones denominadas macizos de fundación, tomaban forma de paralelepípedo o forma trapezoidal, en función de las características de la plataforma de vía. En alta velocidad estas cimentaciones son de forma cilíndrica, variando el diámetro y la altura de la cimentación en función del tipo de poste y, por tanto, del momento de vuelco a soportar. Los tamaños de las cimentaciones están normalizados para ciertos diámetros y diferentes alturas.

Si la plataforma de vía está en terreno llano o en trinchera se denominara macizo de fundación en desmonte y si la plataforma está en terraplén, es macizo de fundación en terraplén.

Existe también otro tipo de macizo muy utilizado y que se denomina macizo de anclaje, y es el que se utiliza como contrapeso en los anclajes de catenaria y puntos fijos de la línea.



La elección de un determinado tipo de macizo ya sea en desmonte, terraplén o de anclaje, se realiza en función de las cargas que deba soportar y del terreno que lo rodea. En aquellos casos especiales en que las cimentaciones no se pueden ajustar a las normalizadas se debe realizar un estudio concreto que determine las dimensiones de la cimentación a realizar.

El método que se va a emplear para el cálculo de las cimentaciones es el desarrollado por la U.I.C. en 1957 por medio de l'Office de Recherches et Essais en 1957, denominado método ORE [UIC 719 R: 1957].

La capacidad resistente al vuelco viene dada por:

- Las dimensiones de la cimentación.
- Sentido del momento con relación a la vía.
- Configuración general del terreno.
- Peso específico del suelo.

La fórmula de cálculo de las cimentaciones es la siguiente:

$$T \cdot H_{Limite} = K \cdot 27,45 \cdot M_B^{2/3}$$

$$(1 - E_p) = 3,44 \cdot \left(1 + \left(\frac{h_1}{h}\right)^3\right) - 2,44 \cdot \sqrt{\left(1 + \left(\frac{h_1}{h}\right)^2\right)^3}$$

Tabla 1.5.6.1 – Selección de postes con feeder -

Siendo:

- $T \cdot HLIMITE$ = Momento límite ORE, debido a una fuerza horizontal (T) situada a una altura (H), es decir, máximo momento de vuelco que resiste el macizo. [kgf·m]
- $MB$ = Momento límite obtenido según IRSIA. [kgf·m]
- $h$ = Altura del macizo. [m]
- $h1$ = Altura de terreno vegetal que no trabaja o terreno removido. [m]

- $e$ = Dimensión del macizo paralela al esfuerzo de vuelco. [m]
- $b$ = Dimensión del macizo perpendicular al esfuerzo de vuelco. [m]
- $a$ = El más pequeño de los valores “ $e$ ” y “ $b$ ”. [m] (Para macizos cilíndricos se tomará:  $e = b = a = 0.8d$  ( $d$ =diámetro))
- $N$ = Carga vertical total (macizo, poste, etc.) [kgf]
- $A$ = Densidad del terreno. [kgf/m<sup>3</sup>]
- $1-EP$ = Coeficiente de corrección para tener en cuenta la altura  $h_1$  de terreno muerto.
- $K_1$ = Coeficiente que tiene en cuenta las cargas verticales.
- $K_2$ = Coeficiente que tiene en cuenta la profundidad de la cimentación.
- $K$ = Coeficiente corrector de la configuración del terreno y del sentido del momento, obtenido a partir de los ensayos ORE.

Se considera  $K = 1.3$  en desmonte y  $K = 1$  en terraplén.

A partir de este proceso es posible obtener el momento que es capaz de resistir un macizo de dimensiones dadas, cilíndrico o prismático, según su localización y sentido del momento.

La ORE recomienda adoptar un coeficiente de seguridad 3 y así se ha tenido en cuenta.

En el cálculo de los macizos de postes sólo se ha considerado la mitad del peso del macizo yendo así en el sentido de la seguridad.

A continuación se muestran los cálculos justificativos realizados mediante el método ORE para obtener la resistencia de los diferentes tipos de cimentación, macizos cilíndricos de diámetros 0,75 m y 1m.

### 1.5.6.1 Macizos cilíndricos de $d=0,75\text{m}$ .

D (m)	0,75
e (m)	0,6
b (m)	0,6
a (m)	0,6
A (kgf/m <sup>3</sup> )	1800
h1 (m)	0,5

Tabla 1.5.6.1.1 – Datos de los macizos  $d=0,75$

A continuación se indican los resultados de los momentos admisibles por las cimentaciones de macizos cilíndricos de  $d=0,75\text{m}$

							Coef seguridad 3	
h(m)	N/2 (kgf)	K1	K2	1-Ep	Mrp (kgf-m)	Mb (kgf-m)	M (kgf-m) Desmonte	M (kgf-m) terraplén
2,0	1.038	0,40	1,75	0,82	15.335	12.597	6.440	4.954
2,1	1.090	0,40	1,82	0,84	18.472	15.444	7.377	5.674
2,2	1.142	0,40	1,89	0,85	22.027	18.699	8.573	6.446
2,3	1.194	0,40	1,96	0,86	26.019	22.385	9.666	7.268
2,4	1.246	0,40	2,02	0,87	30.467	26.523	10.823	8.138
2,5	1.298	0,40	2,08	0,88	35.391	31.132	12.043	9.055
2,6	1.350	0,40	2,13	0,89	40.806	36.231	13.325	10.019
2,7	1.402	0,40	2,18	0,90	46.731	41.837	14.666	11.027
2,8	1.453	0,40	2,23	0,90	53.182	47.968	16.066	12.080
2,9	1.505	0,40	2,27	0,91	60.174	54.640	17.523	13.175
3,0	1.557	0,40	2,31	0,91	67.724	61.870	19.037	14.313
3,1	1.609	0,40	2,35	0,92	75.848	69.674	20.606	15.493
3,2	1.661	0,40	2,38	0,92	84.561	78.068	22.229	16.714

Tabla 1.5.6.1.2 – Resultados momentos admisibles macizos.

### 1.5.6.2 Macizos cilíndricos de $d=1\text{m}$ .

D (m)	1
e (m)	0,8
b (m)	0,8
a (m)	0,8
A (kgf/m <sup>3</sup> )	1800
h1 (m)	0,5

Tabla 1.5.6.2.1 – Datos de los macizos  $d=1\text{ m}$

A continuación se indican los resultados de los momentos admisibles por las cimentaciones de macizos cilíndricos de  $d=1\text{ m}$

							Coef seguridad 3	
h(m)	N/2 (kgf)	K1	K2	1-Ep	M <sub>rp</sub> (kgf-m)	M <sub>b</sub> (kgf-m)	M (kgf-m) Desmonte	M (kgf-m) terraplén
2,0	1.846	0,40	1,34	0,82	15.987	13.133	6.774	5.093
2,1	1.938	0,40	1,40	0,84	19.278	16.117	7.765	5.838
2,2	2.030	0,40	1,46	0,85	23.068	19.582	8.841	6.648
2,3	2.123	0,40	1,52	0,86	27.395	23.569	10.004	7.522
2,4	2.215	0,40	1,59	0,87	32.298	28.117	11.253	8.461
2,5	2.307	0,40	1,65	0,88	37.815	33.265	12.587	9.464
2,6	2.399	0,40	1,71	0,89	43.980	39.048	14.007	10.531
2,7	2.492	0,40	1,77	0,90	50.825	45.502	15.510	11.662
2,8	2.584	0,40	1,82	0,90	58.382	52.658	17.097	12.855
2,9	2.676	0,40	1,87	0,91	66.680	60.547	18.764	14.109
3,0	2.769	0,40	1,93	0,91	75.747	69.199	20.512	15.422
3,1	2.861	0,40	1,97	0,92	85.609	78.641	22.338	16.795
3,2	2.953	0,40	2,02	0,92	96.291	88.898	24.240	18.226
3,3	3.045	0,40	2,06	0,93	107.818	99.997	26.218	19.713
3,4	3.138	0,40	2,11	0,93	120.212	111.961	28.269	21.255
3,5	3.230	0,40	2,15	0,93	133.497	124.813	30.393	22.852
3,6	3.322	0,40	2,18	0,94	147.694	138.578	32.589	24.503

Tabla 1.5.6.2.2 – Resultados momentos admisibles macizos.

### 1.5.6.3 Selección de cimentaciones.

A continuación se indican los resultados de las cimentaciones para los 2 tipos de poste de proyecto:

Poste	M <sub>adm</sub> Poste (kgf·m)	D (m)	h(m) Desmonte	M <sub>adm</sub> Cim. Des. (kgf·m)	h(m) Terraplén	M <sub>adm</sub> Cim. Terr. (kgf·m)
X-1AV	5.833	0,75	2,0	6.440	2,2	6.446
X-2AV	7.448	0,75	2,2	8.841	2,4	8.138

Tabla 1.5.6.3.1 – Resultados de cimentaciones.

**TÍTULO: PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.**

---

## **ANEXO: PLANOS**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: FEBRERO DE 2016**

**AUTOR: EL ALUMNO**

**Fdo.: ALFONSO ARGÜESO LOPEZ**

**INDICE DE PLANOS:**

**0.- Plano de Situación**

**1.1.- Planta de electrificación 1**

**1.2.- Planta de electrificación 2**

**1.3.- Planta de electrificación 3**

**1.4.- Planta de electrificación 4**

**1.5.- Planta de electrificación 5**

**1.6.- Planta de electrificación 6**

**1.7.- Planta de electrificación 7**

**2.- Sección Logitudinal**

**3.- Sección vía general atirantado hacia dentro**

**4.- Sección vía general atirantado hacia fuera**

**5.- Cimentaciones**

**6.- Equipo de compensación**

**7.- Plano de evacuación**



ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
**GRADO\_INGENIERIA\_ELECTRICA**  UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TFG Nº: 770G02A120

TÍTULO DEL TFG:  
**PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.**

TÍTULO DEL PLANO:  
**SITUACIÓN**

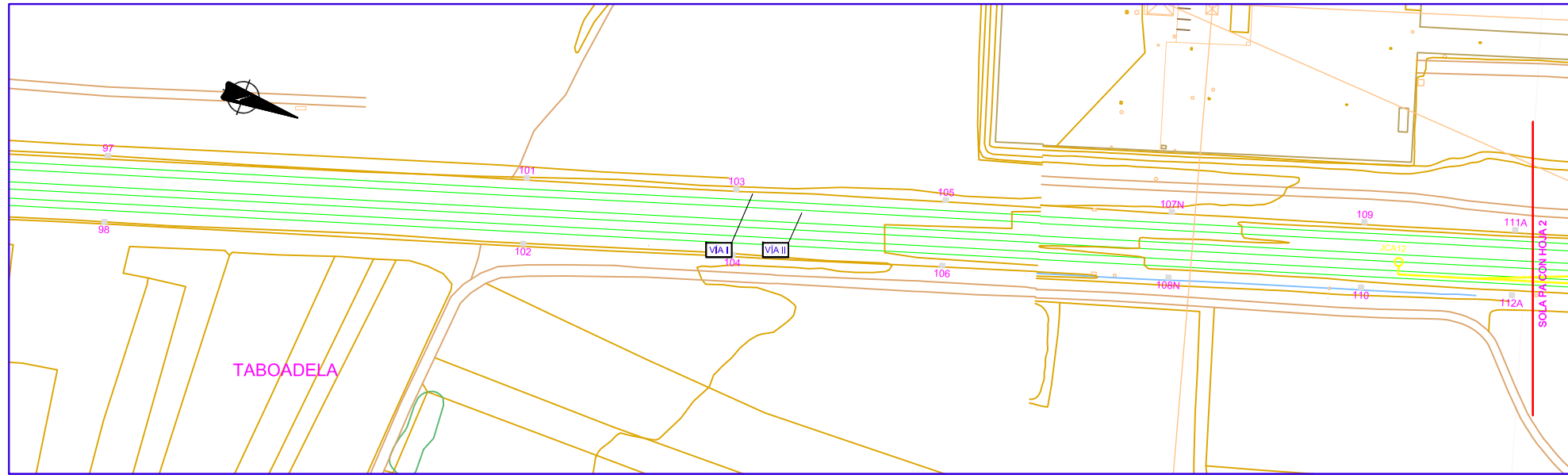
FECHA: FEBRERO\_2016

AUTOR:  
**ALFONSO\_ARGUESO\_LOPEZ**

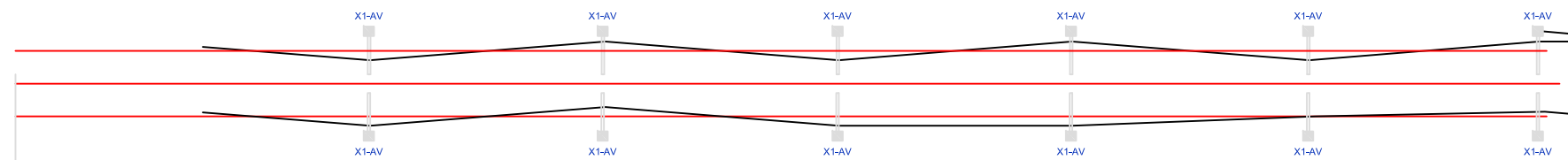
ESCALA: 1:5000

FIRMA:  
**PLANO Nº: 0**





LEYENDA:  
 X1-AV: POSTE TIPO PARA RECTA Y CURVA R5000 VANO HASTA 62 m  
 X2-AV: POSTE TIPO PARA RECTA Y CURVA R1200 VANO HASTA 45 m  
 B1: MENSULA ATIRANATDO HACIA DENTRO  
 B2: MENSULA ATIRANATDO HACIA FUERA  
 d: CIMENTACIÓN CILINDRICA DIAMETRO=0,75 m



VIA I Nº DE POSTE	101	103	105	107N	109	111A
P.K.	116+960	117+010	117+060	117+114	117+160	117+196
MACIZOS	d	d	d	d	d	d
TIPO DE POSTE	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV
MENSULA	B2	B1	B2	B1	B2	B1
VIA II Nº DE POSTE	102	104	106	108N	110	112A
MACIZOS	d	d	d	d	d	d
TIPO DE POSTE	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV
MENSULA	B1	B2	B1	B1	B1	B2

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



TFG Nº: 770G02A120

TÍTULO DEL TFG:

PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECAÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.

TÍTULO DEL PLANO:

PLANTA DE ELECTRIFICACIÓN

FECHA: FEBRERO 2016

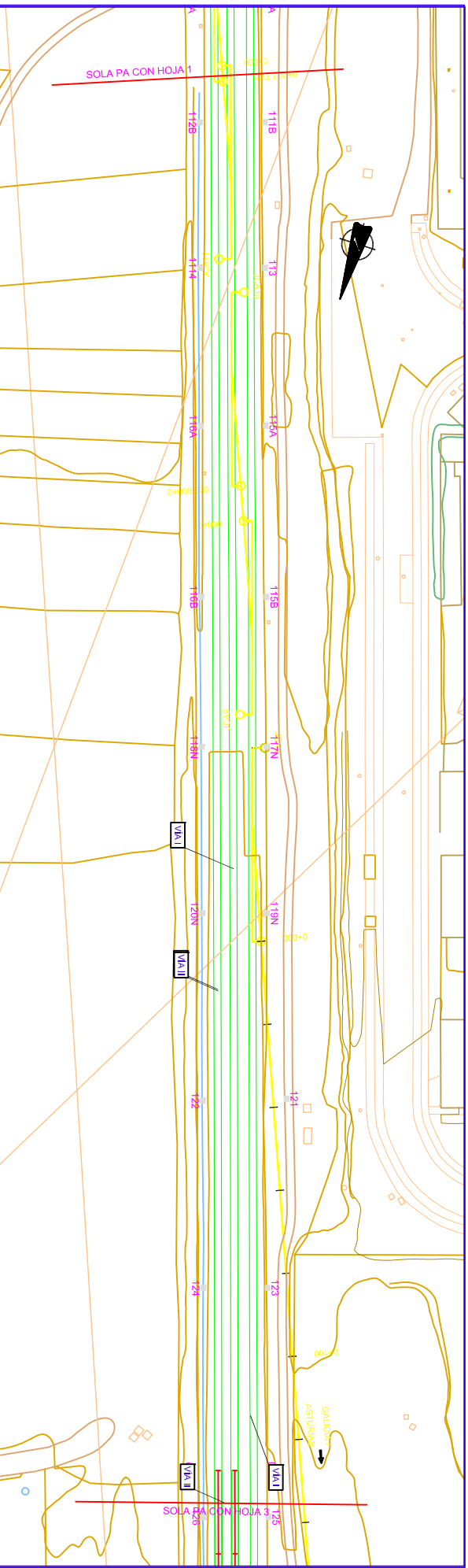
ESCALA: 1:1500

AUTOR:

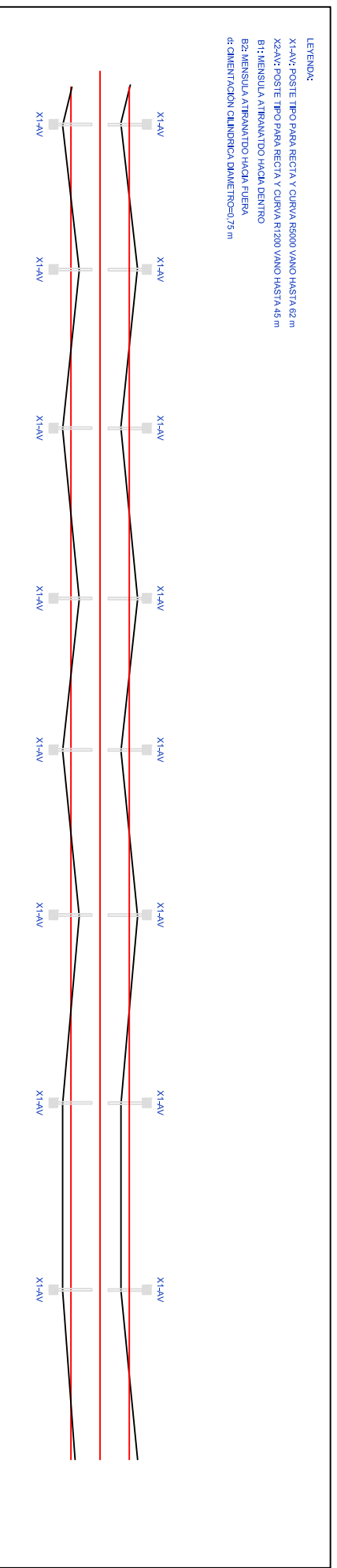
ALFONSO ARGUESO LOPEZ

FIRMA:

PLANO Nº: 1.1



LEGENDA:  
 X1-AV POSTE TIPO PARA RECTA Y CURVA R5000 VANO HASTA 62 m  
 X2-AV POSTE TIPO PARA RECTA Y CURVA R1200 VANO HASTA 45 m  
 B1: MENSULA ATRÁNSALADO HACIA DENTRO  
 B2: MENSULA ATRÁNSALADO HACIA FUERA  
 G: CIMENTACION CILINDRICA DIAMETRO=0,75 m



VIA I Nº DE POSTE	1118	1113	115A	116B	117N	118N	121	123
P.K.	117-225	117-280	117-298	117-338	117-375	117-445	117-480	117-510
MARCOS	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV
TIPO DE POSTE	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV
MENSULA	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B2
VIA II Nº DE POSTE	1128	114	116A	116B	118N	120N	122	124
MARCOS	d	d	d	d	d	d	d	d
TIPO DE POSTE	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV
MENSULA	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B1

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TFG Nº: 770G02A120

TÍTULO DEL TFG:

PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.

TÍTULO DEL PLANO:

PLANTA DE ELECTRIFICACIÓN

FECHA: FEBRERO 2016

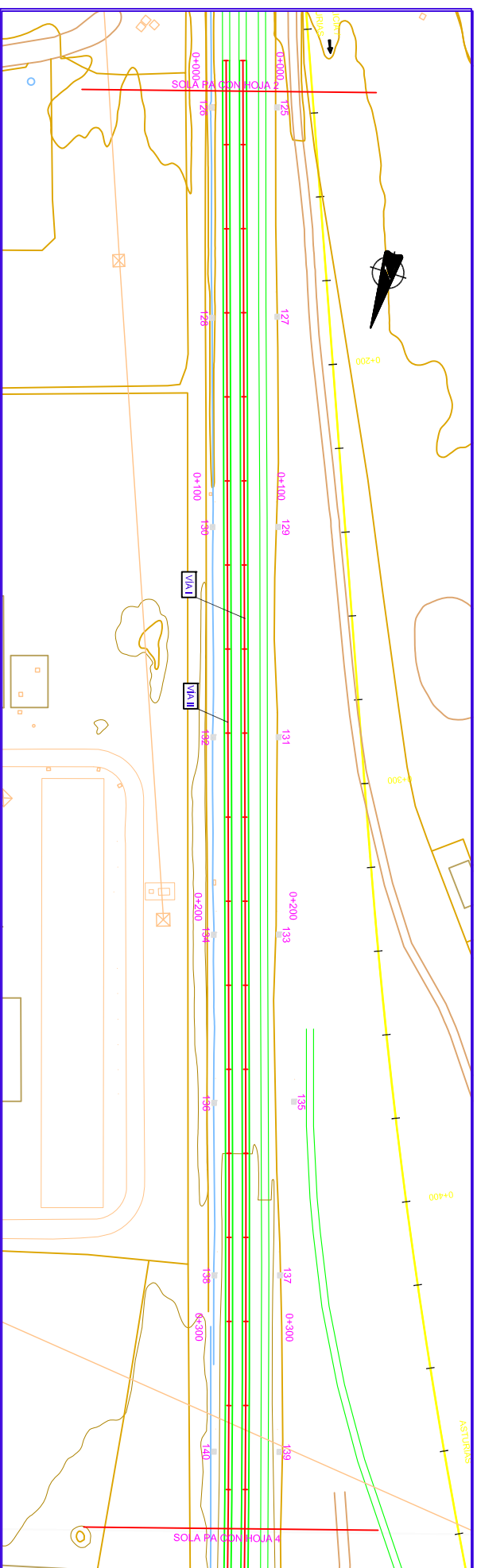
ESCALA: 1:1500

AUTOR:

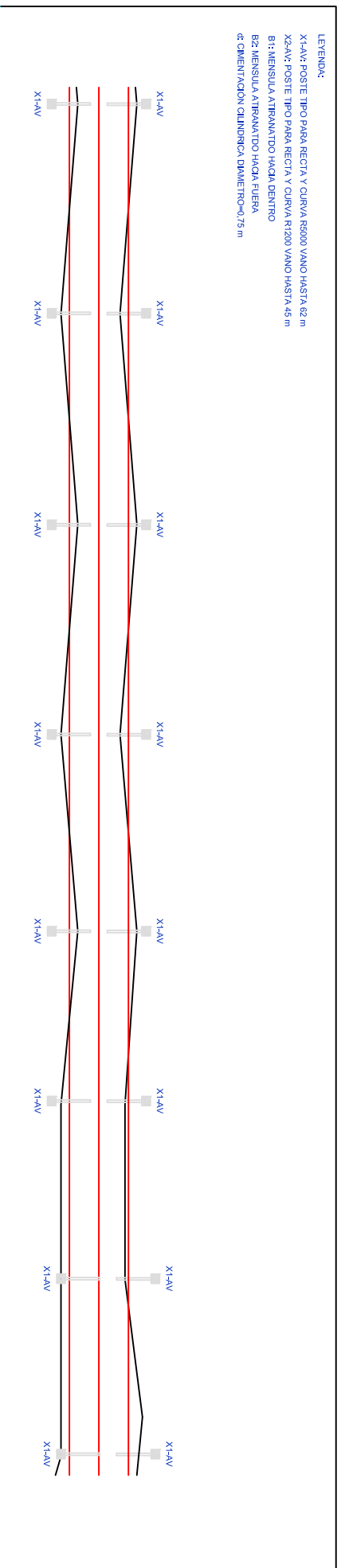
ALFONSO ARGUESO LOPEZ

FIRMA:

PLANO Nº: 1.2



LEYENDA:  
 X1-AV: POSTE TIPO PARA RECTA Y CURVA R9000 VANO HASTA 62 m  
 X2-AV: POSTE TIPO PARA RECTA Y CURVA R1200 VANO HASTA 46 m  
 B1: MENSULA ATRAVANTADO HACIA DENTRO  
 B2: MENSULA ATRAVANTADO HACIA FUERA  
 c: OMENTACION CILINDRICA DIAMETRO=0,75 m



VANOS DE POSTE	125	127	129	131	133	135	137	139
P.K.	0+010E17+660	0+090	0+110	0+180	0+207	0+247	0+288	0+330
TIPO DE POSTE	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV
MENSULA	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B2	B1
VANOS DE POSTE	126	128	130	132	134	136	138	140
MENSAJES	d	d	d	d	d	d	d	d
TIPO DE POSTE	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV	X1-AV
MENSULA	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B1	B1

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



TFG Nº: 770G02A120

TÍTULO DEL TFG:  
 PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.

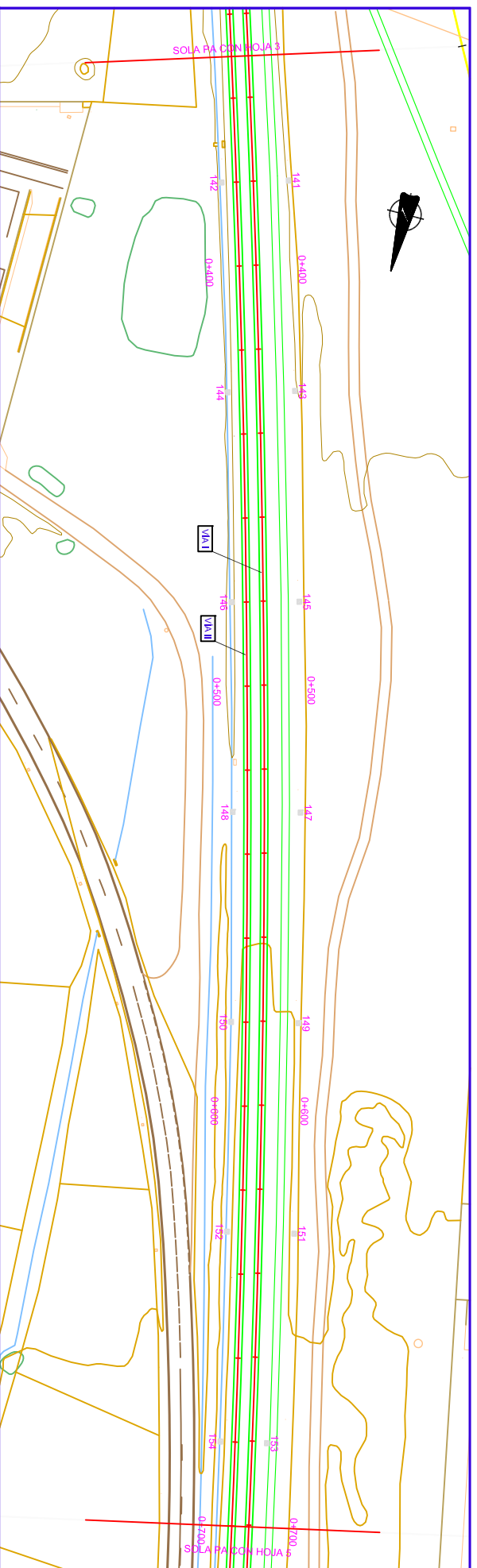
TÍTULO DEL PLANO:  
 PLANTA DE ELECTRIFICACIÓN

AUTOR:  
 ALFONSO ARGUESO LOPEZ

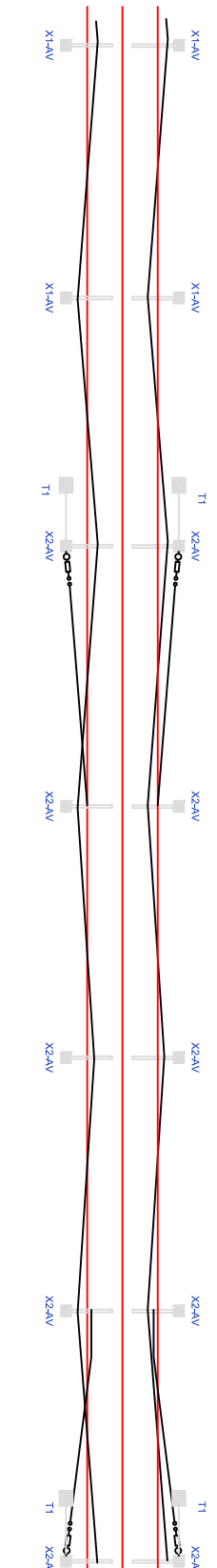
FECHA: FEBRERO 2016

ESCALA: 1:1500

PLANO Nº: 1.3



LEENDA:  
 X1-AV: POSTE TIPO PARA REGTA Y QUIRVA R9000 VANO HASTA 62 m  
 X2-AV: POSTE TIPO PARA REGTA Y QUIRVA R1200 VANO HASTA 45 m  
 B1: MENSIULA ATRAVANTO HACIA DENTRO  
 B2: MENSIULA ATRAVANTO HACIA FUERA  
 G: CIMENTACION CILINDRICA DIAMETRO=0,75m  
 T1: ELEMENTO DE COMPENSACION Y ATRAVANTO



VIA I	Nº DE POSTE	141	143	145	147	149	151	153
P.K.		0+380+17+900	0+430	0+480	0+530	0+580	0+630	0+680
MARCOS		d	d	d	d	d	d	d
TIPO DE POSTE		X1-AV	X1-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV
MENSIULA		B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1
VIA II	Nº DE POSTE	142	144	146	148	150	152	154
MARCOS		d	d	d	d	d	d	d
TIPO DE POSTE		X1-AV	X1-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV
MENSIULA		B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



TFG Nº: 770G02A120

TÍTULO DEL TFG:  
 PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.

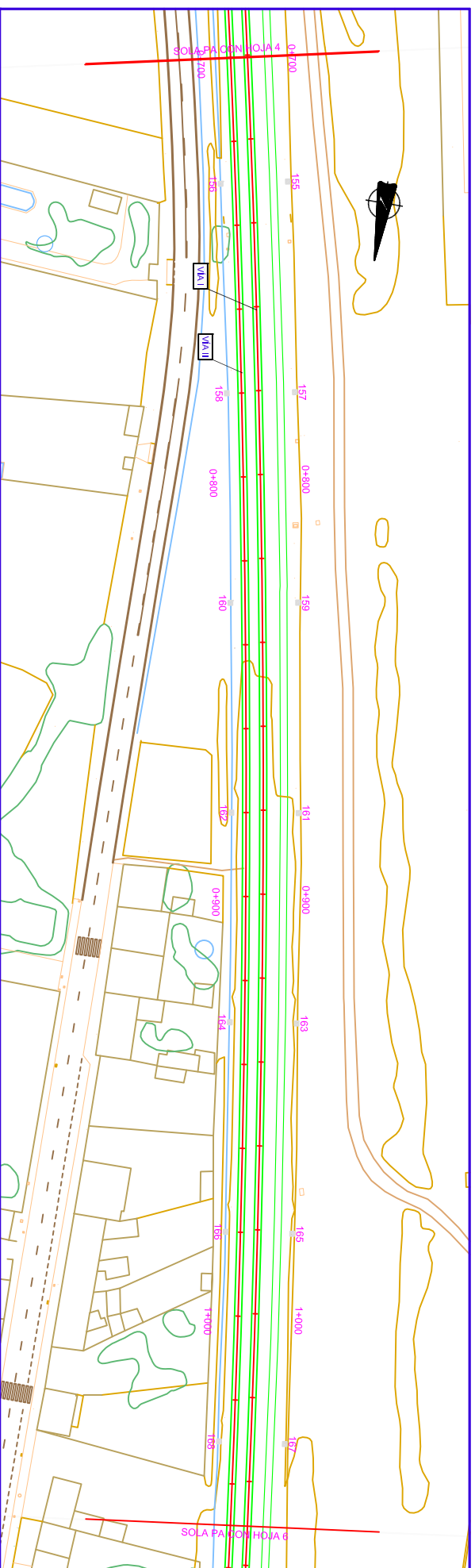
TÍTULO DEL PLANO:  
 PLANTA DE ELECTRIFICACIÓN

FECHA: FEBRERO 2016

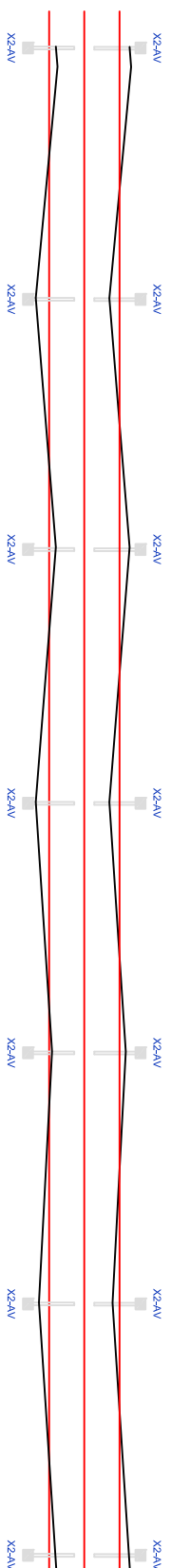
AUTOR:  
 ALFONSO ARGUESO LOPEZ

FIRMA:

ESCALA: 1:1500  
 PLANO Nº: 1.4



LEGENDA:  
 X1AV: POSTE TIPO PARA RECTA Y CURVA R5000 VANO HASTA 62 m  
 X2AV: POSTE TIPO PARA RECTA Y CURVA R1200 VANO HASTA 45 m  
 B1: MENSIULA ATRIBANLTO HACIA DENTRO  
 B2: MENSIULA ATRIBANLTO HACIA FUERA  
 d: CBIENYACIION CILINDRICA DIAMETRO=0,75 m



VAI	Nº DE POSTE	156	157	159	161	163	165	167
P.K.		0+730E118+280	0+780	0+830	0+880	0+930	0+980	1+030
TIPO DE POSTE		X2AV	X2AV	X2AV	X2AV	X2AV	X2AV	X2AV
MENSIULA		B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1
VAI	Nº DE POSTE	156	158	160	162	164	166	168
MAGZOS		d	d	d	d	d	d	d
TIPO DE POSTE		X2AV	X2AV	X2AV	X2AV	X2AV	X2AV	X2AV
MENSIULA		B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



TFG Nº: 770G02A120

TÍTULO DEL TFG:  
 PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECAÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.

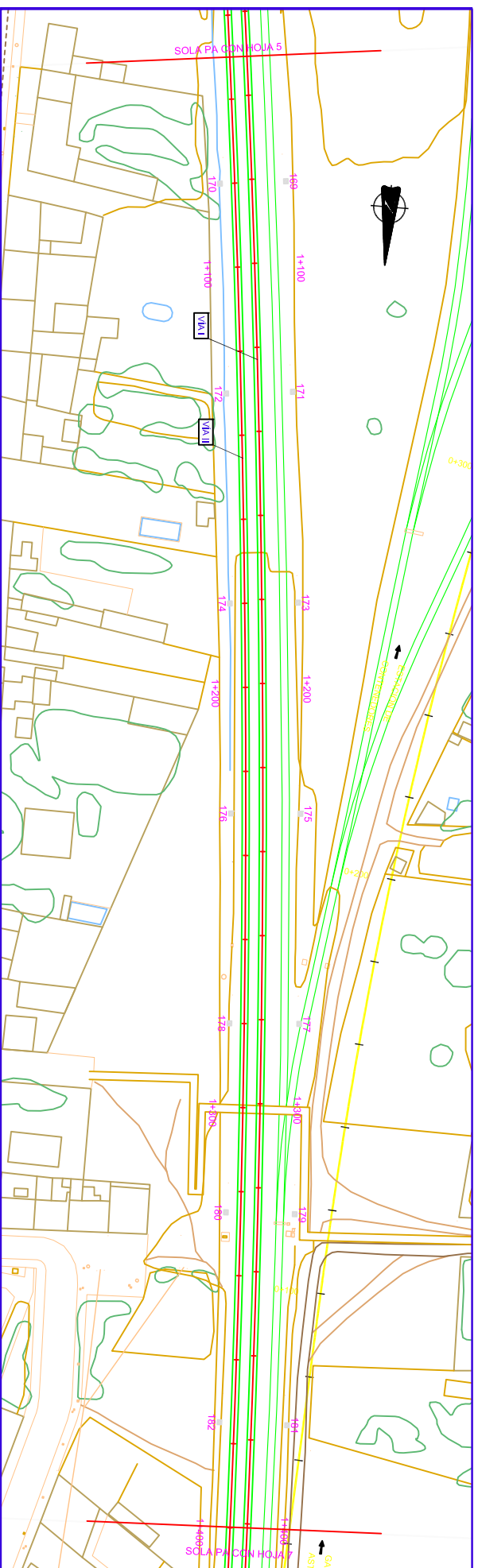
TÍTULO DEL PLANO:  
 PLANTA DE ELECTRIFICACIÓN

AUTOR:  
 ALFONSO ARGUESO LOPEZ

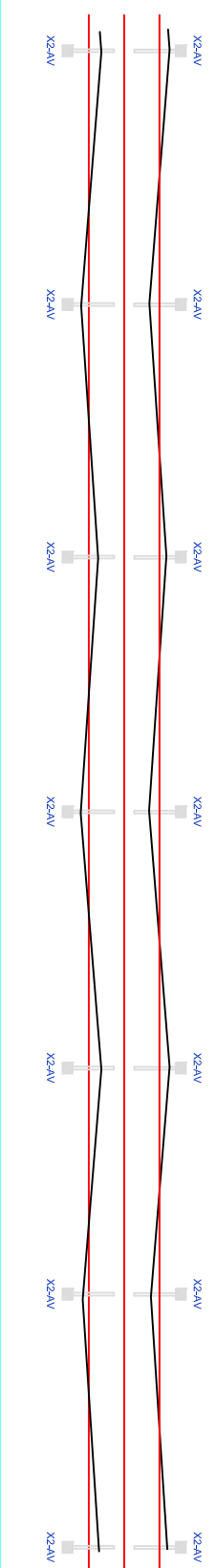
FECHA: FEBRERO 2016

ESCALA: 1:1500

PLANO Nº: 1.5



LEYENDA:  
 X1-AV: POSTE TIPO PARA RECTA Y CURVA RS900 VANO HASTA 62 m  
 X2-AV: POSTE TIPO PARA RECTA Y CURVA R1200 VANO HASTA 48 m  
 B1: MENSIULA ATRAVANTADO HACIA DENTRO  
 B2: MENSIULA ATRAVANTADO HACIA FUERA  
 d: CIMENTACION CILINDRICA DIAMETRO=0,75 m



VIA I	Nº DE POSTE	189	171	173	175	177	179	181
PAC	1+068	1+140	1+180	1+200	1+280	1+325	1+375	
TIPO DE POSTE	X2-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV
MENSIULA	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B1
VIA II								
Nº DE POSTE	170	172	174	176	178	180	182	
MENSIULA	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TFG Nº: 770G02A120

TÍTULO DEL TFG:  
 PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.

TÍTULO DEL PLANO:  
 PLANTA DE ELECTRIFICACIÓN

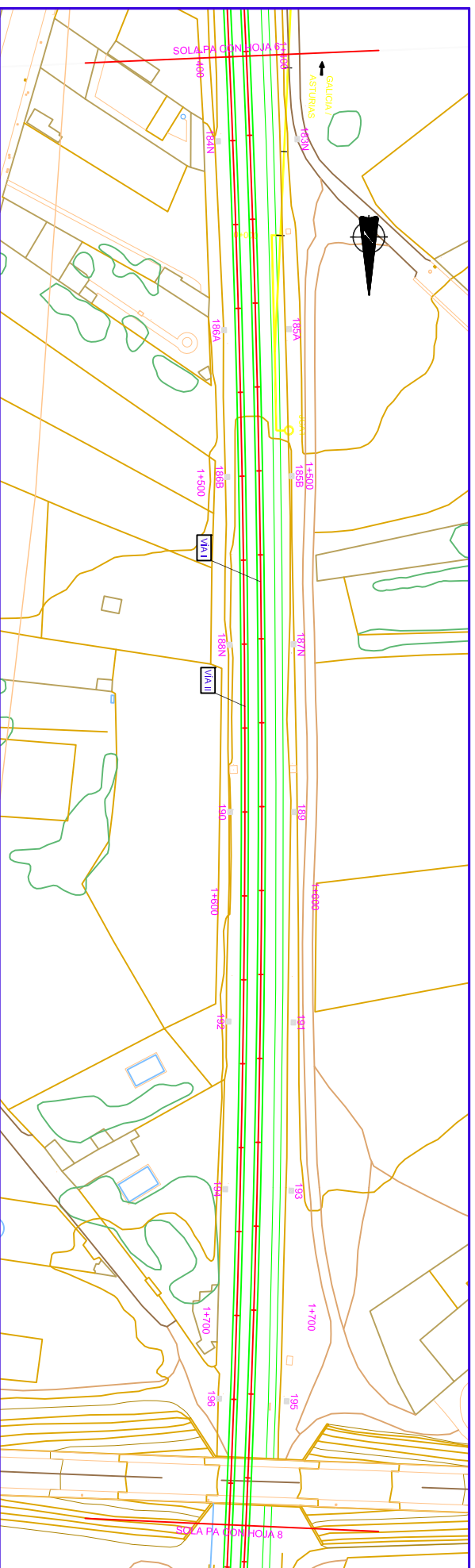
FECHA: FEBRERO 2016

AUTOR:  
 ALFONSO ARGUESO LOPEZ

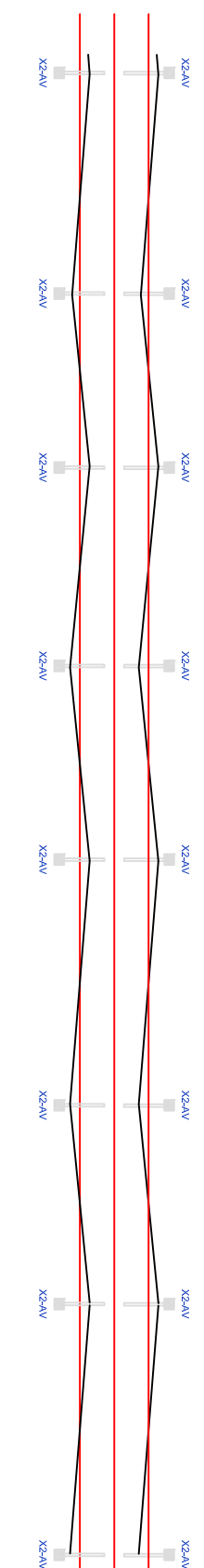
FIRMA:

ESCALA: 1:1500

PLANO Nº: 1.6



LEYENDA:  
 X1-AV: POSTE TIPO PARA RECTA Y CURVA R6000 VANO HASTA 82 m  
 X2-AV: POSTE TIPO PARA RECTA Y CURVA R1200 VANO HASTA 45 m  
 B1: MENSLA ATRAVANTO HACIA DENTRO  
 B2: MENSLA ATRAVANTO HACIA FUERA  
 d: CIMENTACION CILINDRICA DIAMETRO=0,75 m



PK	183M	185A	185B	187N	189	191	193	195
M1	183M	185A	185B	187N	189	191	193	195
Nº DE POSTE	183M	185A	185B	187N	189	191	193	195
MACIZOS	d	d	d	d	d	d	d	d
TPO DE POSTE	X2-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV
MENSLA	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2
VIA Nº DE POSTE	184N	186A	188B	188N	190	192	194	196
MACIZOS	d	d	d	d	d	d	d	d
TPO DE POSTE	X2-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV	X2-AV
MENSLA	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TFG Nº: 770G02A120

TÍTULO DEL TFG:  
 PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.

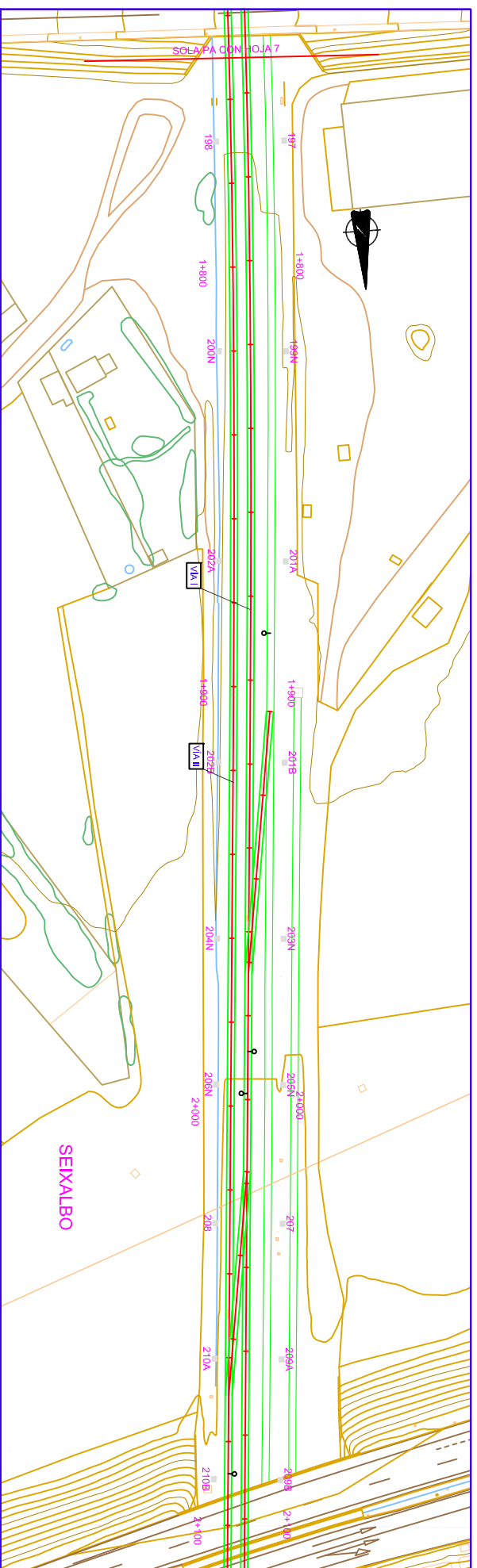
TÍTULO DEL PLANO:  
 FECHA: FEBRERO 2016

PLANTA DE ELECTRIFICACIÓN  
 ESCALA: 1:1500

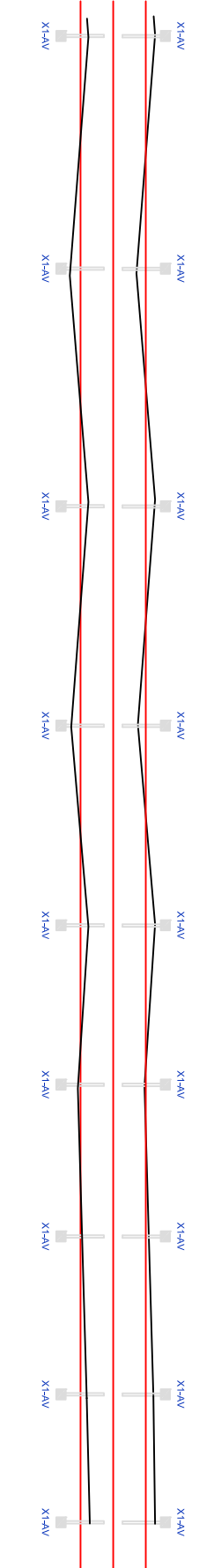
AUTOR:  
 ALFONSO ARGUESO LOPEZ

FIRMA:

PLANO Nº: 1.7



LEYENDA:  
 X1-AV: POSTE TIPO PARA RECTA Y CURVA R5000 VANO HASTA 42 m  
 X2-AV: POSTE TIPO PARA RECTA Y CURVA R1200 VANO HASTA 45 m  
 B1: MENSIULA ATRAVANTDO HACIA DENTRO  
 B2: MENSIULA ATRAVANTDO HACIA FUERA  
 d: CIMENTACION CILINDRICA DIAMETRO=0,75 m



VIA I	VIA II
Nº DE POSTE	Nº DE POSTE
P.K.	P.K.
MADZOS	MADZOS
TIPO DE POSTE	TIPO DE POSTE
MENSIULA	MENSIULA
VIA I	VIA II
Nº DE POSTE	Nº DE POSTE
MADZOS	MADZOS
TIPO DE POSTE	TIPO DE POSTE
MENSIULA	MENSIULA

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

TFG Nº: 770G02A120

TÍTULO DEL TFG:  
 PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECAÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.

TÍTULO DEL PLANO:  
 PLANTA DE ELECTRIFICACIÓN

AUTOR:  
 ALFONSO ARGUESO LOPEZ

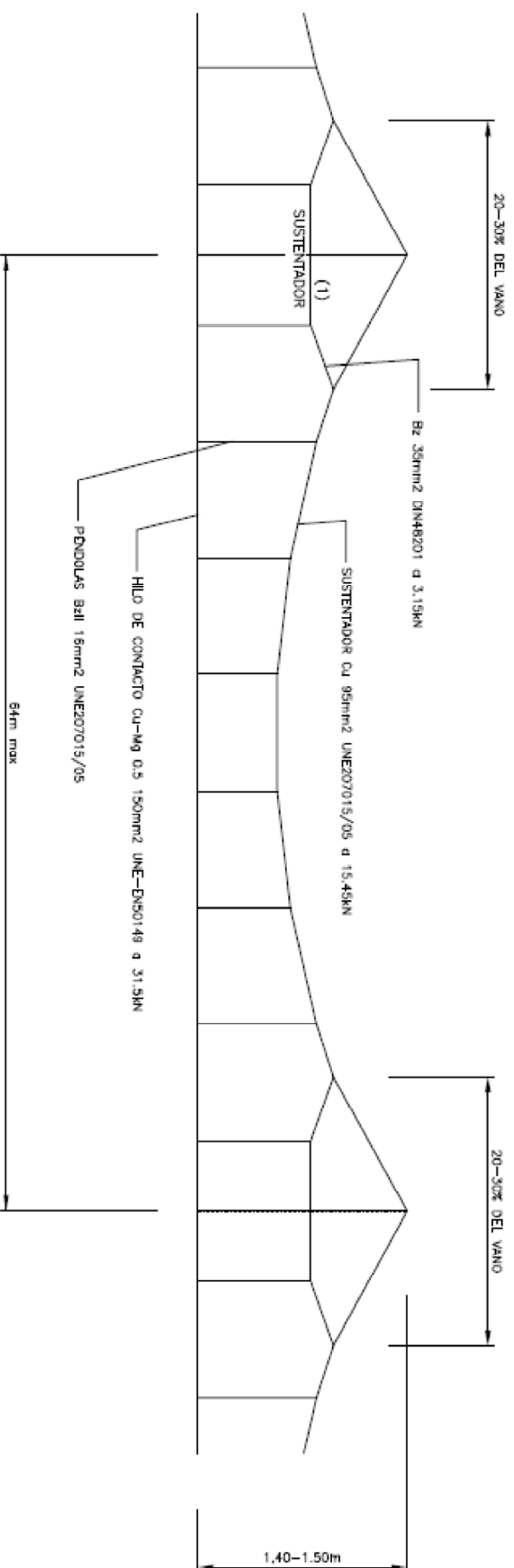
FIRMA:

FECHA: FEBRERO 2016


ESCALA: 1:1500

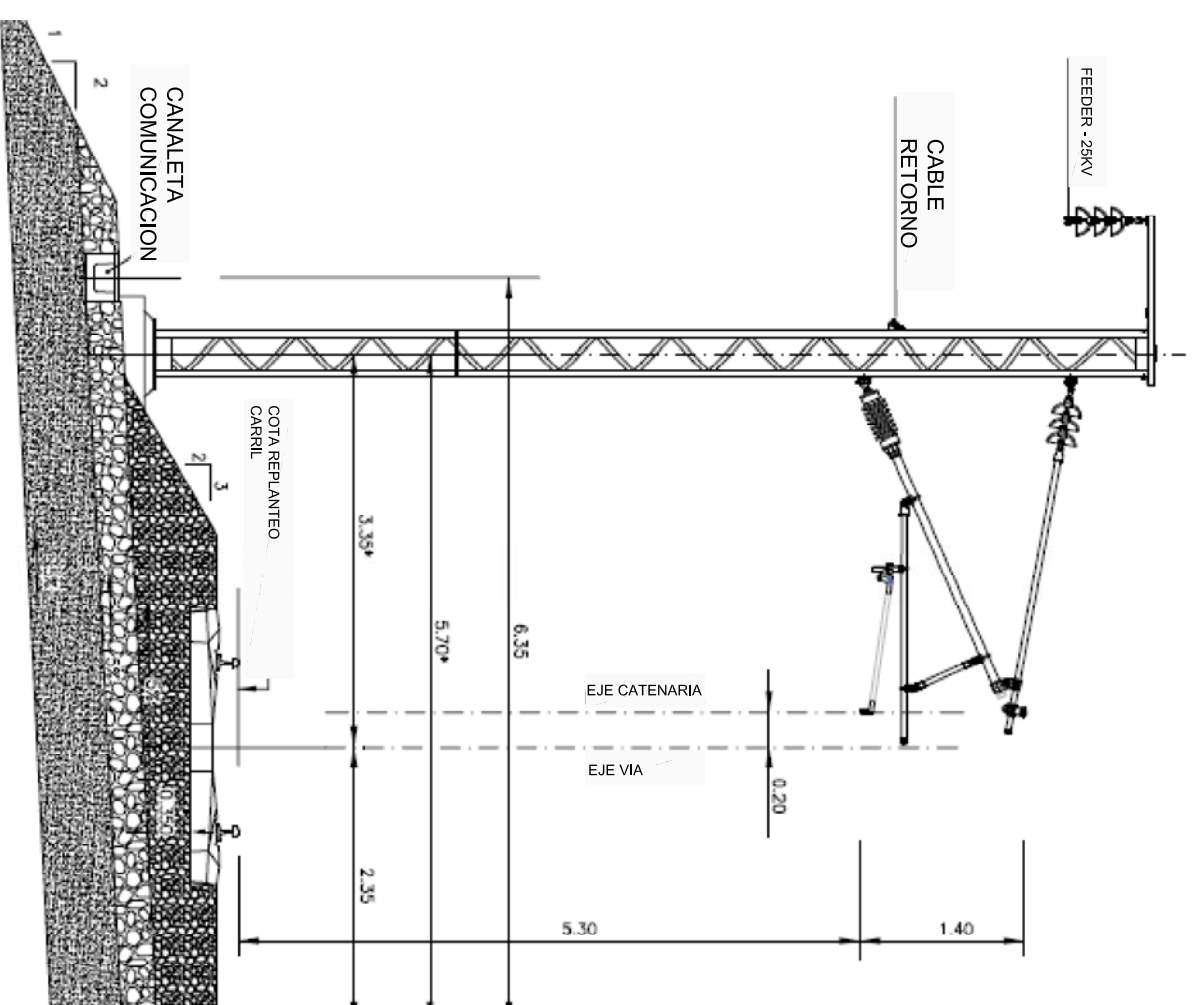
PLANO Nº: 1.8





(1) En elevaciones y agujas por motivo de interferencias entre catenarias y equipos puede eliminarse la péndola en "y".

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	TFG Nº: 770G02A120
TÍTULO DEL TFG: PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.			
TÍTULO DEL PLANO: <b>SECCION LONGITUDINAL</b>			
AUTOR: ALFONSO ARGUESO LOPEZ		FIRMA:	
		ESCALA: N/A	
		FECHA: FEBRERO 2016	
		<b>PLANO Nº: 2</b>	



ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
**GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA**



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TFG Nº: 770G02A120

TÍTULO DEL TFG:  
**PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.**

TÍTULO DEL PLANO:

FECHA: FEBRERO 2016

**SECCION GENERAL ATIRANTADO DENTRO**

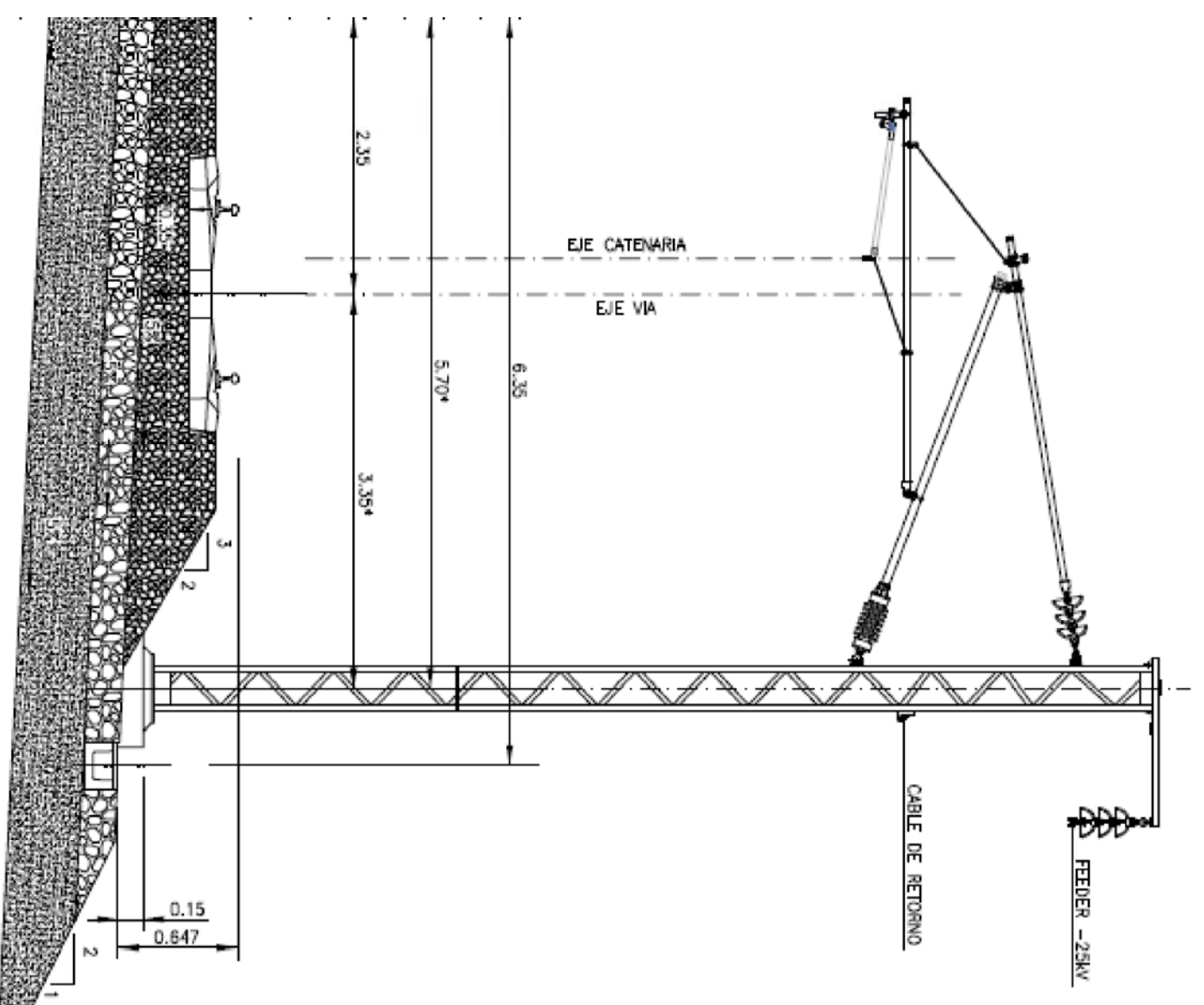
ESCALA: N/A

AUTOR:

FIRMA:

ALFONSO ARGUESO LOPEZ

**PLANO Nº: 3**



ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TFG Nº: 770G02A120

TÍTULO DEL TFG:  
 PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.

TÍTULO DEL PLANO:

FECHA: FEBRERO 2016

SECCION GENERAL ATIRANTADO FUERA

ESCALA: N/A

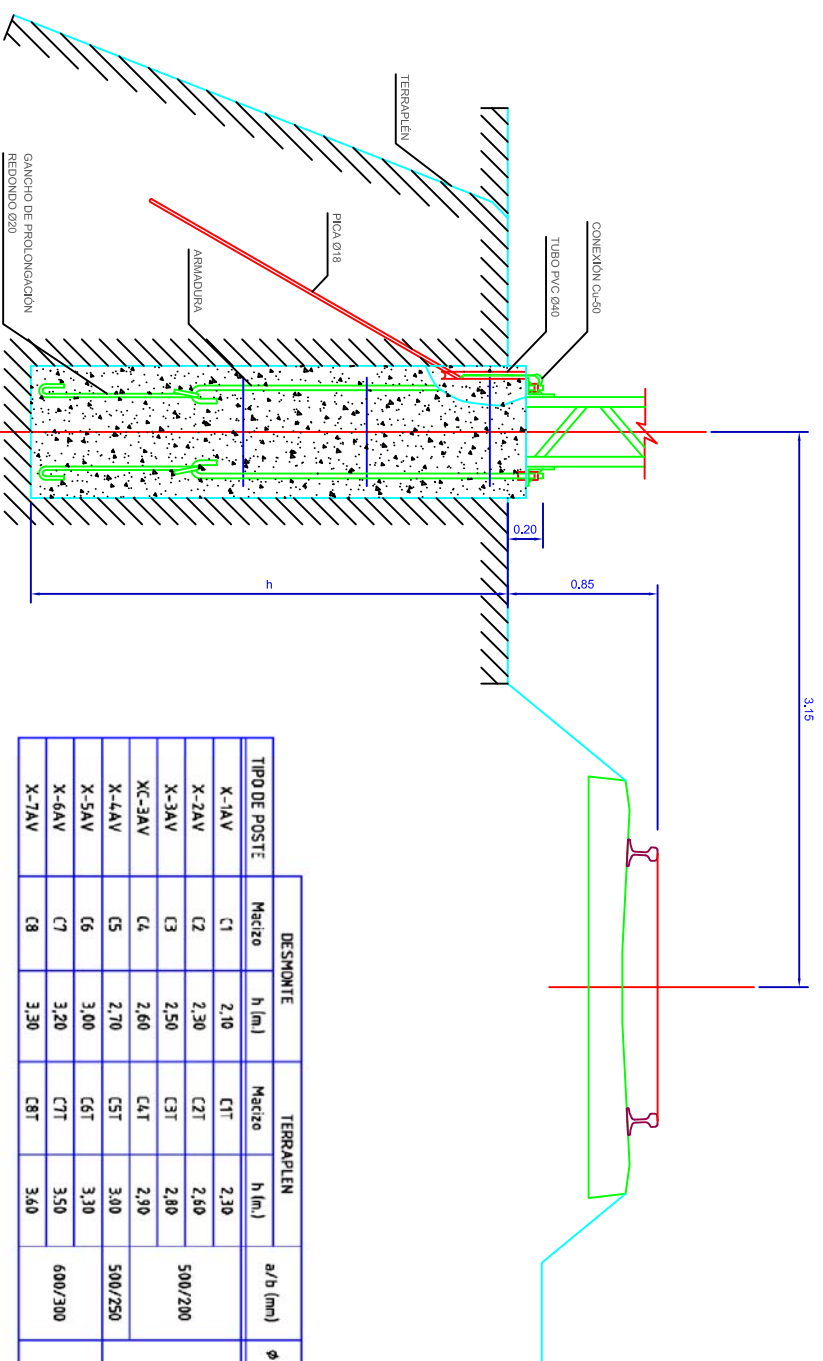
AUTOR:

FIRMA:

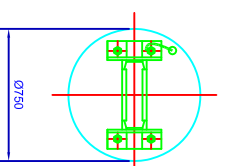
ALFONSO ARGUESO LOPEZ

PLANO Nº: 4

MACIZOS CILINDRICOS EN TERRENO NORMAL



TIPO DE POSTE	DESMONTE		TERRAPIEN		a/b (mm)	φ (mm)
	Macizo	h (m.)	Macizo	h (m.)		
X-1AV	C1	2.10	C1T	2.30	500/200	750
X-2AV	C2	2.30	C2T	2.60		
X-3AV	C3	2.50	C3T	2.80		
X-C-3AV	C4	2.60	C4T	2.90	500/250	
X-4AV	C5	2.70	C5T	3.00		
X-5AV	C6	3.00	C6T	3.30	600/300	1000
X-6AV	C7	3.20	C7T	3.50		
X-7AV	C8	3.30	C8T	3.60		



ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA  
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TFG Nº: 770G02A120

TÍTULO DEL TFG:  
 PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.

TÍTULO DEL PLANO:

FECHA: FEBRERO 2016

CIMENTACIONES

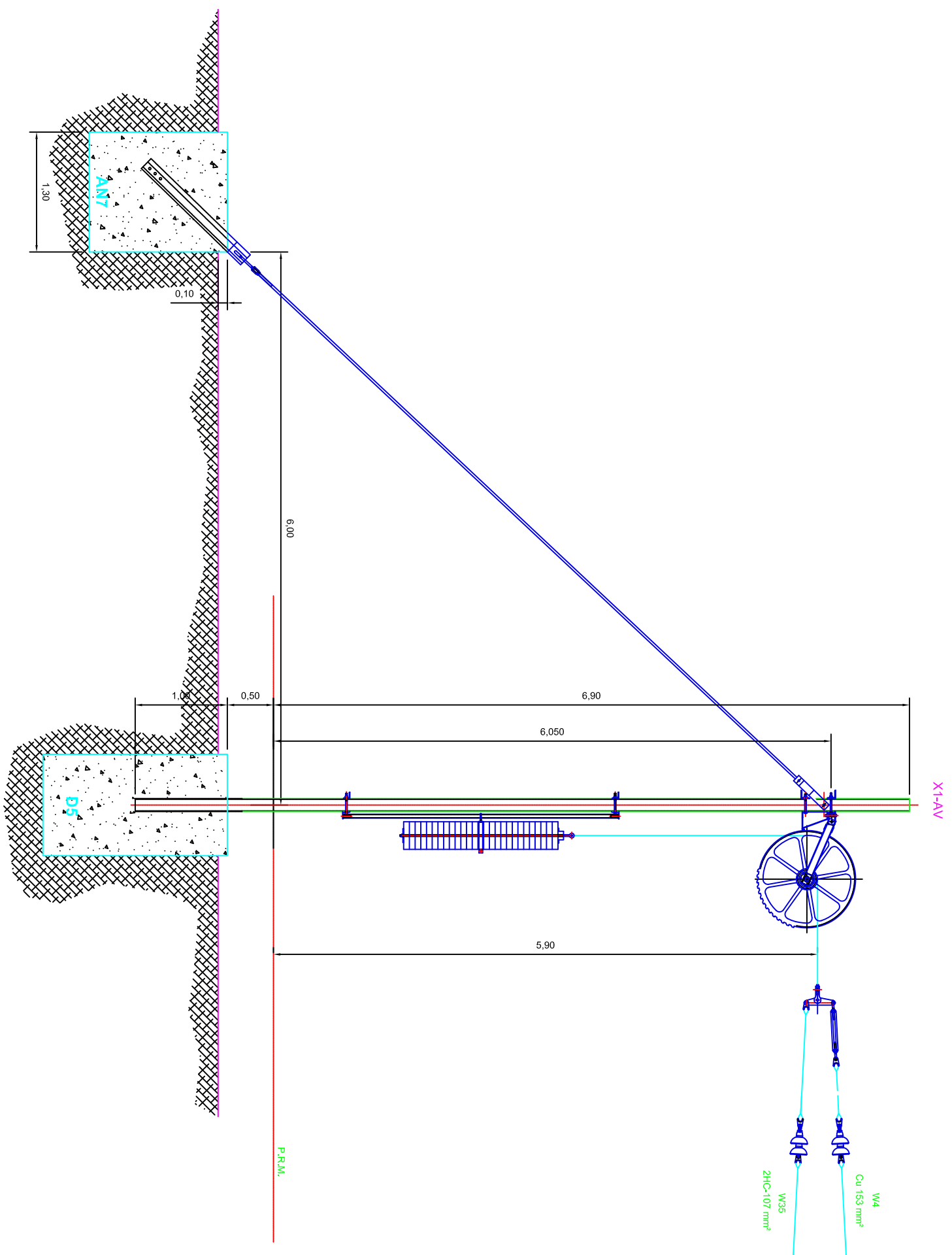
ESCALA: N/A

AUTOR:

FIRMA:

ALFONSO ARGUESO LOPEZ

PLANO Nº: 5



ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA  
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TFG Nº: 770G02A120

TÍTULO DEL TFG:  
 PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECAÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.

TÍTULO DEL PLANO:  
**EQUIPO DE COMPENSACION**

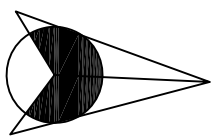
AUTOR:  
 ALFONSO ARGUESO LOPEZ

FIRMA:

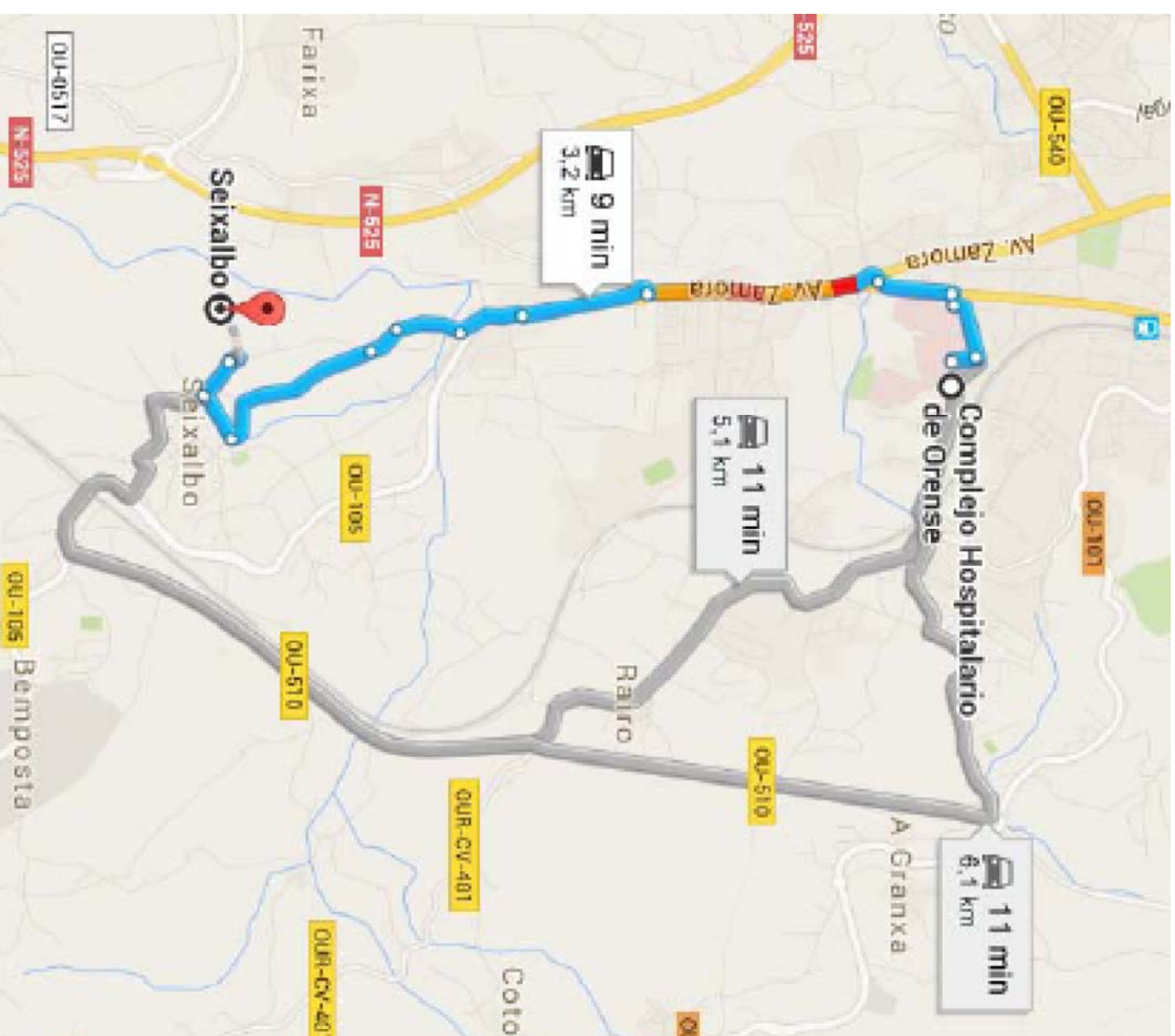
FECHA: FEBRERO 2016

ESCALA: N/A

PLANO Nº: 6



NORTE



ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TFG Nº: 770G02A120

TÍTULO DEL TFG:

PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.

TÍTULO DEL PLANO:

PLANO DE EVACUACIÓN

FECHA: FEBRERO 2016

ESCALA: N/A

AUTOR:

ALFONSO ARGUESO LOPEZ

FIRMA:

PLANO Nº: 7

**TÍTULO: PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.**

---

## **ANEXO: PLIEGO DE CONDICIONES**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: FEBRERO DE 2016**

**AUTOR: EL ALUMNO**

**Fdo.: ALFONSO ARGÜESO LOPEZ**

## ÍNDICE

<b>1. PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Objeto .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Prescripción técnica general.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3. Contradiciones entre documentos del proyecto .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4. Prescripción técnica de carácter ambiental.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4.1 Prevención contra el ruido .....</b>	<b>5</b>
<b>1.5. Normativa de obligado cumplimiento.....</b>	<b>7</b>
<b>1.6. Condiciones generales de ejecución de las obras.....</b>	<b>10</b>
<b>1.7. Programa de trabajo.....</b>	<b>11</b>
<b>1.8. Replanteo de la obra .....</b>	<b>12</b>
<b>1.9. Materiales .....</b>	<b>13</b>
<b>1.9.1 Ensayos y pruebas .....</b>	<b>14</b>
<b>1.9.2 Control de calidad .....</b>	<b>14</b>
<b>1.9.3 Información técnica.....</b>	<b>15</b>
<b>1.9.4 Especificaciones de material y calidades .....</b>	<b>18</b>
<b>1.9.4.1 Cimentaciones .....</b>	<b>18</b>
<b>1.9.4.2 Postes X1-AV y X2-AV .....</b>	<b>21</b>
<b>1.9.4.3 Ménsulas .....</b>	<b>27</b>
<b>1.9.4.4 Conductores de catenaria.....</b>	<b>31</b>



## **1. PLIEGO DE CONDICIONES**

### **1.1. Objeto**

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares tiene por objeto definir las instalaciones y las actuaciones complementarias conexas, para la ejecución de las obras correspondientes al “Proyecto Constructivo de las Instalaciones de Línea Aérea de Contacto y Sistemas Asociados para el tramo Taboadela-Seixalbo del Corredor Noroeste de Alta Velocidad”.

En consecuencia, el presente Pliego establece y fija:

- El ámbito y consistencia de las diversas obras e instalaciones a realizar.
- Las condiciones que deben cumplir los materiales, piezas y equipos industriales que las integran.
- El procedimiento de ejecución de las diversas unidades de obra y la forma de medición y abono de las mismas.
- Las pruebas y ensayos a realizar así como las disposiciones generales y particulares que han de regir en el montaje y puesta en servicio de las obras e instalaciones.

### **1.2. Prescripción técnica general**

Se considera de obligado cumplimiento todo lo establecido en la Normativa Legal sobre contratos con las Administraciones Públicas.

Será de aplicación la Normativa Técnica vigente en España en la fecha de la presentación del proyecto. En particular se observarán las Normas o Instrucciones contenidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares del presente proyecto.

De igual forma, durante la ejecución de las obras y hasta la terminación del contrato, se observarán y cumplirán las disposiciones contenidas en la actualmente vigente Ley de Prevención de Riesgos laborales.

Las normas de este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares prevalecerán, en su caso, sobre las de la Normativa Técnica General.

### **1.3. Contradicciones entre documentos del proyecto**

El documento Memoria tendrá carácter contractual en todo lo referente a la descripción de los materiales básicos o elementales que forman parte de las unidades de obra.

En el caso de que aparecieran contradicciones entre los documentos contractuales: Pliego de Condiciones, Planos y Cuadros de precios, la interpretación correspondería a la dirección de obra, estableciéndose el criterio general de que, salvo indicación en contrario, prevalece lo establecido en el Pliego de Condiciones.

Concretamente, en caso de contradicción entre el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y los Cuadros de Precios, prevalecería aquél sobre éstos.

Dentro del Presupuesto, caso de haber contradicción entre Cuadro de Precios y Presupuesto, prevalecería aquél sobre éste.

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos; siempre que, quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente, y ésta tuviera precio en el Contrato.

#### **1.4. Prescripción técnica de carácter ambiental**

Con carácter general el contratista está obligado, corriendo los costes a su cargo, a reponer cualquier tipo de afección generada sobre elementos e instalaciones ya ejecutadas y construidas que pudieran verse afectados por las actuaciones contempladas en la ejecución de este proyecto.

La responsabilidad de una correcta gestión ambiental de las obras compete directamente al Contratista, por lo que la adopción de las medidas aquí enunciadas será de su cuenta, sin derecho a abono presupuestario alguno.

El Contratista dispondrá en obra de una copia completa de los Pliegos de Prescripciones, un juego completo de los planos del proyecto, así como copias de todos los planos complementarios desarrollados por el Contratista o de los revisados suministrados por la Dirección de Obra, junto con las instrucciones y especificaciones complementarias que pudieran acompañarlos.

Una vez finalizadas las obras y como fruto de este archivo actualizado el Contratista está obligado a facilitar al promotor en soporte informático el proyecto construido, siendo de su cuenta los gastos ocasionados por tal motivo.

##### **1.4.1 Prevención contra el ruido**

El contratista garantizará mediante la disposición de medios materiales y humanos, la adopción de una serie de medidas preventivas de carácter general a aplicar a todos los vehículos y maquinaria de obra que puedan circular por zonas habitadas.

Como norma general, las acciones llevadas a cabo para la ejecución de la obra propuesta deberán hacerse de manera que el ruido producido no resulte molesto. Por este motivo, el personal responsable de los vehículos deberá acometer los procesos de carga y descarga sin producir impactos directos sobre el suelo, tanto del vehículo como del pavimento, así como que evitará el ruido producido por el desplazamiento de la carga durante el recorrido.

Como medidas más exigentes, para disminuir el ruido emitido en las operaciones de carga, transporte, descarga y perforaciones, se exigirá que la maquinaria utilizada en la obra tenga un nivel de potencia acústica garantizado inferior a los límites fijados por la Directiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2000.

Para atenuar el ruido producido por el funcionamiento de la maquinaria durante las obras, las principales medidas tienen un carácter preventivo y protector y consisten en que:

- Cuando se precise maquinaria especialmente ruidosa se realizará el trabajo en horario diurno, de 8:00 a 22:00, y días laborables.
- Toda la maquinaria que se vaya a utilizar deberá estar insonorizada en lo posible según normativa específica.
- Se evitará la utilización de contenedores metálicos.
- Se realizará un control periódico de escapes y ajuste de motores (ITV).
- Se efectuarán mediciones periódicas de los niveles sonoros según las especificaciones del Director Ambiental de la obra para garantizar que los límites reinantes no exceden los límites de inmisión que establece la legislación en las zonas habitadas colindantes. En caso de superarse estos niveles se adoptarán las siguientes medidas:
  - Se limitará el número de maquinas que trabajen simultáneamente.
  - Se controlará la velocidad de los vehículos de obra en la zona de actuación y accesos (40 km/h para vehículos ligeros y 30 km/h para los pesados).

Para evitar molestias por vibraciones, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Se utilizarán los compactadores adecuados en cada momento realizándose el mínimo número de pasadas necesarias.
- Se revisará el buen estado de funcionamiento de los compactadores y de los amortiguadores y silent-bloks.

Como normas generales, para disminuir el ruido emitido en las operaciones de carga, transporte, descarga y perforaciones, puede exigirse la utilización de compresores y perforadoras de bajo nivel sónico, la revisión y control periódico de los silenciadores de los motores, y la utilización de revestimientos elásticos en tolvas y cajas de volquetes.

El contratista en todo caso, deberá garantizar que se mantienen los niveles de emisión actuales, estando obligado a adoptar las medidas aquí propuestas y aquellas que pudieran aplicarle del proyecto citado. Estas medidas deberán ser recogidas en el Plan de Aseguramiento de la Calidad de la obra, a aportar por el constructor, y que debe ser aprobado previamente al inicio de las obra por la dirección ambiental de la misma.

Independientemente, en los tramos habitados por los que circulen los vehículos de obra estos estarán sometidos a una limitación de velocidad de 20 km/hora.

### **1.5. Normativa de obligado cumplimiento**

En cuanto a la aplicación de legislación y normativa, ha sido considerados los siguientes requisitos legales y normativos:

Ley 39/2003, de 17 de noviembre, del Sector Ferroviario.

Real Decreto 2387/2004, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento del Sector Ferroviario.

R.B.T. Reglamento Electrónico para Baja Tensión e instrucción técnica complementaria (Ministerio de Ciencia y Tecnología Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2.002, publicado en B.O.E. 18 de septiembre).

R.A.T. 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.

R.C.E. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e instrucciones complementarias.

N.T.E. Normas tecnológicas de la Edificación.

EHE 2008. Instrucción de Hormigón estructural.

PG3 Pliego de prescripciones técnicas para obras.

Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

R.D 1627/97 de disposiciones de seguridad y salud en obras de construcción.

R.D. 614/2001 disposiciones mínimas de seguridad frente al riesgo eléctrico.

UIC 798 Criterios de dimensionamiento para catenaria de Alta Velocidad.

UIC 799 Características de catenaria de corriente alterna.

UNE-EN 50119: Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Líneas aéreas de contacto para tracción eléctrica.

UNE-EN 50121-1: Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad Electromagnética. (Partes 1 a 4).

UNE-EN 50122-1: Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Parte 1: Medidas de protección relativas a seguridad eléctrica y puesta a tierra en instalaciones fijas.

UNE-EN 50149: Aplicaciones ferroviarias Instalaciones fijas. Tracción eléctrica. Hilos de contacto de cobre y aleaciones de cobre.

UNE-EN 50163: Aplicaciones ferroviarias. Tensiones de alimentación de los sistemas de tracción.

UNE EN 15273 Gálibos ferroviarios.

UNE 36522:1972 - Productos de Acero. Perfil U Normal (UPN). Medidas y tolerancias. [UNE 36522:1972].

UNE-EN 10279:2001 - Perfiles en U de Acero laminado en caliente. Tolerancias dimensionales, de la forma y de la masa. [UNE-EN 10279:2001].

Norma ETI de infraestructura [2002/732/CE: 2002].

UIC 719 R: 1957 Método ORE.

IEC 60077-3: Railway applications – Electric equipment for rolling stock – Part 3. Electrotechnical components – Rules for d.c. circuit – breakers. (Aplicaciones ferroviarias. Equipos eléctricos para el material rodante. Parte 3: Componentes electrónicos. Reglas para interruptores automáticos en corriente continua).

IEC 60077-4: Railway applications - Electric equipment for rolling stock – Part 4. Electrotechnical components - Rules for AC circuit – breakers.

IEC 60077-5: Railway applications - Electric equipment for rolling stock - Part 5: Electrotechnical components - Rules for HV Fuses.

N.A.E. 103 Norma de montaje sobre los anclajes de seguridad para electrificación.

N.A.E. 104 Norma de montaje y mantenimiento de los aisladores de sección para electrificación a 3 kV.

N.A.E. 105 Norma de ejecución excavaciones para macizos de fundación de postes, de anclajes y canalizaciones para la línea aérea de contacto (catenaria).

N.A.E. 106 Norma de ejecución de los macizos de fundación de postes y anclajes (hormigonado) para la línea aérea de contacto (catenaria).

N.A.E. 107 Definición y medida de parámetros geométricos de la línea aérea de contacto (catenaria).

N.A.E. 108 Montaje de sustentador e hilos de contacto de la línea aérea de contacto (catenaria).

N.A.E. 110 Pliego de condiciones técnicas para montaje del cable alimentador feeder (desnudo y aéreo) de la línea aérea de contacto (catenaria).

N.A.E. 111 Ejecución y montaje del cable de tierra de la línea aérea de contacto (catenaria).

N.A.E. 112 Simbología y documentación de la L.A.C.

N.A.E. 113 Normas de ejecución, montaje y tipos de anclaje necesarios para la instalación de diversos tipos de poste.

N.A.E. 120 Guía para el control de calidad en la ejecución de instalaciones ferroviarias de la Línea Aérea de Contacto.

Eurocódigo 1: Acciones estructurales sobre instalaciones.

Publicación del Ministerio de Obras Públicas “Acciones a que deben considerarse sometidas la Líneas Aéreas de contacto de las electrificaciones de Ferrocarriles”, aprobada por Orden Ministerial de 6 de julio de 1945.

### **1.6. Condiciones generales de ejecución de las obras.**

Las instalaciones proyectadas se ejecutarán de acuerdo con las especificaciones del presente Pliego, los planos del proyecto y las instrucciones del Director de Obra, quien resolverá, además, las cuestiones que se planteen referentes a la interpretación de aquellos documentos y a las condiciones de ejecución.



La orden de ejecución de los trabajos deberá ser aprobada por el Director de la Obra y será compatible con los plazos programados.

Antes de iniciar cualquier trabajo, deberá el Contratista ponerlo en conocimiento del Director de Obra y recabar su autorización.

Durante la ejecución de los trabajos, se realizarán en la misma forma que para los materiales, piezas y equipos, todos los ensayos de control de calidad de ejecución de las obras e instalaciones de la Obra que considere necesarios el Director de la Obra, siendo los gastos que por ese concepto se originen de cuenta del Contratista, quién suministrará, además a su costa, las muestras necesarias y dará todas las facilidades precisas.

El Contratista proporcionará al Director de la Obra y colaboradores a sus órdenes, toda clase de facilidades para practicar los replanteos de las Obras e Instalaciones, reconocimiento y ensayos de materiales, piezas y equipos de su preparación o montaje, y para llevar a cabo la vigilancia e inspección de la mano de obra y de todos los trabajos, a fin de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a todas las zonas de trabajo, incluso a las fábricas y talleres en que se produzcan o monten materiales, piezas o equipos o se trabaje para la instalación.

El contratista queda obligado a señalar a su costa, las obras e instalaciones objeto del Contrato, con arreglo a las instrucciones y modelos que reciba del Director de la Obra.

### **1.7. Programa de trabajo**

El Contratista incluirá en su oferta el programa de Trabajo por él previsto, que deberá contener como mínimo los datos siguientes:

a) Ordenación en partes o clases de Obras de las unidades que integren el Proyecto, con expresión del volumen de estos.

- b) Determinación de los medios necesarios, tales como personal, instalaciones, equipos y materiales con expresión de sus rendimientos medios.
- c) Estimación de los días de calendario de los planes de ejecución de las diversas Obras de operaciones preparatorias, equipos e instalaciones y de los de ejecución de las diversas partes o clases de Obra.
- d) Valoración mensual y acumulada de la obra programada sobre la base de las obras y operaciones preparatorias, equipos e instalaciones y partes o clases de Obras a precios unitarios.
- e) Gráfico de las diversas actividades o trabajos, con determinación del camino crítico.

### **1.8. Replanteo de la obra**

El Director de la Obra con la colaboración y asesoramiento del personal técnico del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias, realizará sobre el terreno el replanteo general de las obras e instalaciones, marcando de una manera completa y detallada cuantos puntos sean precisos y convenientes para la determinación completa de la posición de los elementos de campo, cabinas y armarios, suministro de energía, trazas de zanjas y canalizaciones, acometidas y demás elementos para la total definición de las instalaciones.

De este replanteo, que deberá presenciar el Contratista por sí mismo o delegar en persona autorizada, se levantará Acta suscrita por el Director de la Obra y Contratista o por sus representantes. A partir de la fecha del Acta y durante todo el tiempo que se invierta en la ejecución de las obras, la vigilancia y conservación de las señales o puntos determinantes de la traza y nivelación, correrá a cargo del Contratista.

## **1.9. Materiales**

Todos los materiales, piezas, equipos y productos industriales, en general, utilizados en las instalaciones, deberán ajustarse a las calidades y condiciones técnicas impuestas en el presente Pliego. En consecuencia, el Contratista no podrá introducir modificación alguna respecto a los referidos materiales, piezas y equipos sin previa y expresa autorización del Director de la Obra.

En los supuestos de no existencia de Instrucciones, Normas o Especificaciones Técnicas de aplicación a los materiales, piezas y equipos, el Contratista deberá someter al Director de Obra para su aprobación con carácter previo a su montaje, las especificaciones técnicas por él propuestas o utilizadas.

Siempre que el contratista en su oferta se viera obligado a suministrar determinadas piezas, equipos o productos industriales, de marcas, y/o modelos concretos, se entenderá que las mismas satisfacen las calidades y exigencias técnicas a las que se hace referencia en el presente Pliego.

Por razones de seguridad de las personas o cosas, o por razones de seguridad del servicio, el Director de la Obra podrá imponer el empleo de equipos y productos homologados. Para tales equipos y productos, el Contratista queda obligado a presentar al Director de la Obra los correspondientes certificados de homologación.

En su defecto, el Contratista queda así mismo obligado a presentar cuanta información sea precisa y a realizar, por su cuenta y cargo, los ensayos y pruebas en laboratorios o Centros de Investigación Oficiales necesarios para proceder a dicha homologación.

### **1.9.1 Ensayos y pruebas**

Los ensayos, análisis y pruebas que deben realizarse con los materiales, piezas y equipos que han de entrar en la obra, para fijar si reúnen las condiciones estipuladas en el Presente Pliego, se verificarán por los servicios Técnicos del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias bajo la dirección del Director de la Obra.

El Director de la obra determinará la frecuencia y tipo de ensayos y pruebas a realizar, salvo que ya fueran especificadas en el presente Pliego.

Será obligación del Contratista avisar al Director de la Obra con antelación suficiente del acopio de materiales, piezas y equipos que pretenda utilizar en la ejecución de las Obras e Instalaciones, para que puedan ser realizados a tiempo los ensayos oportunos.

Todos los gastos que se originen con motivo de estos análisis, ensayos y pruebas, hasta un importe máximo del uno por ciento del presupuesto de la Obra, serán de cuenta del Contratista.

El Contratista pondrá a disposición del Director de la Obra, si este así lo decide, los aparatos necesarios en un laboratorio montado al efecto, para determinar las principales características de los materiales, piezas y equipos que se hayan de utilizar en la obra.

### **1.9.2 Control de calidad**

Con carácter de generalidad, se entiende por el tipo y número de ensayos a realizar de forma sistemática durante la ejecución de las obras e instalaciones, para controlar la calidad de los trabajos. Como exigencias mínimas en el caso de indicarse varios criterios para determinar su frecuencia, se tomará aquella que exija una frecuencia mayor.

El Director de la Obra podrá modificar la frecuencia y tipo de los ensayos con objeto de seguir las facilidades de calidad de los trabajos.

El Contratista suministrará a su costa, todos los materiales que hayan de ser ensayados y dará las facilidades necesarias para ello.

El Director de la Obra o su representante tendrán acceso a cualquier parte del proceso de ejecución de las obras e instalaciones, incluso en las que se realicen fuera del área propia de la instalación, así como a las instalaciones auxiliares de cualquier tipo, y el Contratista dará toda clase de facilidades para la inspección de las mismas.

### **1.9.3 Información técnica**

Antes de proceder a la recepción de las instalaciones, el contratista debe aportar a su cargo, la documentación completa que defina toda la instalación.

Esta documentación debe ser 'as built' y debe estar debidamente actualizada a la entrega de la obra, e incluso deberá actualizarse en caso que queden modificaciones a realizar tras la recepción provisional, y durante los plazos de garantía de la instalación.

Todos los planos de diseño y fabricación deberán incluir la siguiente información para la posterior obtención de la verificación "CE" que garantice la interoperabilidad de la Línea:

- La descripción y explicación para la comprensión de los planos, dibujos y esquemas, así como la descripción del funcionamiento del producto.

Todos los planos deberán incluir una relación de materiales y elementos incorporados, con indicación de sus aplicaciones a nivel de subconjunto y conjunto y sus condiciones de utilización.

- Estructura de la codificación de los planos

- Relación de materiales y elementos incorporados: lista de piezas.
- Aplicación a nivel de conjunto y subconjunto.

**Condiciones de utilización:**

Referencia del fabricante.

- Cotas y tolerancias.
- Tipos de materiales, ensayos realizados y normas aplicadas para su fabricación.
- Nº de identificación, versión y aprobación.

La documentación mínima será la siguiente:

- Descripción general de la instalación:
  - o Ámbito
  - o Parámetros de diseño:
- Normativa
- Velocidad
- Tecnología implantada (marcas)
- Gálibo
- Condiciones medioambientales
- Sistema de alimentación:
- Subestaciones, zonas neutras, autotransformadores, etc
- Sectorización eléctrica, paquetes eléctricos.
- Potencia instalada

Parámetros de la LAC:

- Geométricos
- Mecánicos: estáticos y dinámicos
- Eléctricos: Resistencias o Impedancias
- Seccionamiento tipo

- Cantón tipo
- Tolerancias
- Conductores
- Tipo y características
- Tense
- Descripción particular de la instalación:
- Postes
- Ménsulas y Soportes de catenaria:
- Sistemas de compensación mecánica
- Puntos fijos
- Sustentador, hilo de contacto y péndolas
- Seccionamientos de compensación
- Seccionamientos con lámina de aire
- Transiciones entre catenaria de diversos tipos / alturas
- Feeders de alimentación: positivos, negativos (cc) invertido (2X25 ca) y retorno)
- Cables de tierra, retorno y protección
- Conexiones a carriles y circuitos de retorno
- Compatibilidad con señalización
- Puestas a tierra de elementos anexos a la instalación (viaductos, túneles, otros elementos metálicos...)

#### Cálculos:

- Eléctricos y mecánicos: conductores
- Mecánicos: ménsulas, postes, cimentaciones...
- Procedimientos de montaje

#### Planos:

- Esquemas y planos generales de funcionamiento
- Planta de electrificación

## **1.9.4 Especificaciones de material y calidades**

### **1.9.4.1 Cimentaciones**

Se dispondrá de la información topográfica y geotécnica necesaria, recogida en el correspondiente estudio geotécnico del terreno realizado por un laboratorio homologado, y que incluirá, entre otros datos: corte estratigráfico, cota del nivel freático, grado de agresividad del terreno y características mecánicas del terreno, así como la determinación de la profundidad estimada para la cimentación.

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

El contratista dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del Director de Ejecución de la obra.

Esta unidad comprende:

- El suministro a pie de obra de todo el material necesario.
- La maquinaria, medios auxiliares y transportes precisos.
- La mano de obra de montaje.

#### Características técnicas:

Las cimentaciones para los postes de electrificación serán de hormigón armado de forma cilíndrica realizadas con rotoperforadora y hormigonadas con hormigón tipo HA - 25 (recomendándose el empleo de hormigón tipo HA 30 - 35 para evitar derivas en los ensayos de resistencia).



La ejecución de las cimentaciones se realizará siempre ante el director facultativo de las obras o el personal que él designe.

#### Armadura:

Las armaduras serán de acero corrugado para armar, tipo B500S.

Las tolerancias de montaje serán las que se indican en los planos y en su defecto, las siguientes:

Tolerancias en la colocación de armaduras respecto a la ubicación topográfica del poste:

- Sentido longitudinal a la vía < 2 cm
- Sentido perpendicular a la vía < 0,5 cm

Tolerancias geométricas:

- Longitud de las barras  $\pm 30$  mm.
- Longitud galvanizada  $\pm 20$  mm.
- Distancia entre barras de anclaje (\*) Según plantilla
- Distancia armadura transversal/separador  $\pm 20$  mm.

#### Hormigonado:

Según la EHE-08 no se hormigonará cuando la temperatura de la masa de hormigón en el momento de verterla sobre el macizo sea de  $5^{\circ}\text{C}$  y siempre que se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los  $0^{\circ}\text{C}$ . Se autoriza el uso anticongelantes en tiempos de heladas.

No se hormigonará el día en que la temperatura mínima de la noche anterior sea de  $-5^{\circ}\text{C}$  o inferior.

En tanto se produzcan heladas en la zona, los hoyos hormigonados se taparan durante 48 horas mediante mantas de lana de vidrio u otro elemento protector que asegure que el frío exterior no afecte a la masa de hormigón.

Especificación del hormigón:

- Resistencia característica
- Contenido mínimo de cemento por m<sup>3</sup> de hormigón
- Consistencia
- Tipo, clase, categoría y marca del cemento
- Tamaño máximo del árido
- Tipo de aditivo según normas, si lo hubiese
- Cantidad del hormigón que compone la carga
- Identificación del camión
- Hora en que fue cargado el camión
- Hora límite de uso para el hormigón

Materiales que comprende esta unidad:

- GEWI-ACERO 25 mm.
- Acero B500S.
- Hormigón para armar HA-25/B/20/IIa.
- Tuerca para barra Gewi de 25 mm de diámetro.
- Arandela para barra Gewi de 25 mm de diámetro.
- Pica de cobre de 2 m.
- Tubo corrugado flexible 40 mm.
- Grapa de conexión a pica de puesta a tierra.
- Material auxiliar topografía.
- Cable de Cu aislado de 1x50 mm<sup>2</sup> de sección. Aislamiento PVC 0,6/1 KV.

#### **1.9.4.2 Postes X1-AV y X2-AV**

Esta unidad comprende:

- El suministro a pie de obra de todo el material necesario.
- La maquinaria, medios auxiliares y transportes precisos.
- La mano de obra de montaje.

#### Especificaciones técnicas:

- DIN ISO 13920 B-F, UNE EN ISO 13920:1997- Tolerancias
- DIN ISO 2768, UNE EN 22768-1-2.- Tolerancias
- DIN ISO 5817C, UNE EN ISO 5817.- Soldaduras
- UNE - EN ISO 1461:2010.- Galvanizado
- UNE EN 10025:2006 Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.
- UNE-EN ISO 1461:2010 Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009).
- UNE EN ISO 1460:1996 Recubrimientos metálicos. Recubrimientos de galvanización en caliente sobre materiales férricos. Determinación gravimétrica de la masa por unidad de área.
- UNE EN ISO 2178:1996 Recubrimientos metálicos no magnéticos sobre metal base magnético.
- Medida del espesor. Método magnético.
- UNE-EN 12517-1:2006 Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Parte 1: Ensayo radiográfico de uniones soldadas en acero, níquel, titanio y sus aleaciones. Niveles de aceptación.
- UNE-EN ISO 12944-1:1999 Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 1: Introducción general. (ISO 12944-1:1998).

- UNE-EN ISO 12944-2:1999 Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 2: Clasificación de ambientes. (ISO 12944-2:1998).
- UNE-EN ISO 12944-3:1999 Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 3: Consideraciones sobre el diseño. (ISO 12944-3:1998).
- UNE-EN ISO 12944-4:1999 Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 4: Tipos y preparación de superficies.
- (ISO 12944-4:1998). UNE-EN ISO 12944-5 :2008 Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 5: Sistemas de pintura protectores. (ISO 12944-5:2007).
- UNE-EN ISO 12944-6:1999 Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 6: Ensayos de comportamiento en laboratorio. (ISO 12944-6:1998).
- UNE-EN ISO 12944-7:1999 Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 7: Ejecución y supervisión de trabajos de pintado. (ISO 12944-7).
- UNE-EN ISO 12944-8:1999 Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 8: Desarrollo de especificaciones para trabajos nuevos y mantenimiento. (ISO 12944-8:1998).
- UNE EN ISO 2808:2007 Pinturas y barnices. Determinación del espesor de película.
- UNE EN 10219-1:2007 Perfiles huecos para construcción soldados, conformados en frío de acero no aleado y de grano fino. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro.
- UNE EN 10219-2:2007 Perfiles huecos para construcción soldados, conformados en frío de acero no aleado y de grano fino. Parte 2: Tolerancias, dimensiones y propiedades de sección.

Pruebas a realizar:

- a) Comprobación de la documentación necesaria UNE - EN10204:2006.
- b) Prueba visual.
- c) Verificación de las dimensiones - DIN ISO 2768/grado C (DIN ISO 2768/1 Tolerancias generales. Parte 1: Tolerancias dimensionales para dimensiones lineales y angulares sin indicación individual de tolerancia, equivalente a UNE-EN 22768/1 1994; y DIN ISO 2768/2 Tolerancias generales. Parte 2: Tolerancias para cotas geométricas sin indicación individual de tolerancia, equivalente a UNE-EN 22768/2 1994), UNE EN ISO 13920:1997/grado BF.
- d) Prueba de galvanizado. Método magnético. UNE - EN ISO 1461:2010, secciones 6.2 y 6.4.

ACABADO DEL POSTE:

Galvanizado:

El poste se someterá a un proceso de galvanizado en caliente mediante inmersión en una solución de cinc.

Durante el proceso de galvanización se tendrán en cuenta las posibles deformaciones que puedan surgir como consecuencia del calor del proceso y de la propia forma de transportar el poste durante el mismo.

Espesor mínimo:

Espesor acero  $\geq 6$ mm .....(Local: 70 ; Medio: 85)

Espesor acero de 3 a 6mm .....(Local: 55 ; Medio: 70)

Espesor acero de 1,5 a 3mm .....(Local: 45 ; Medio: 55)

El espesor del galvanizado se realizará mediante métodos magnéticos.

El descascaramiento del cinc deberá ser inferior al 50%.

El número de muestras del lote serán los especificados en la norma. En caso de primer rechazo (no aceptación), se realizará un sondeo con un número doble de muestras apartando todas las muestras del primer sondeo. En caso de nuevo rechazo, se rechazará todo el lote. En este último caso solo podrán aceptarse los postes que individualmente (uno a uno) sean sometidos a las pruebas de recepción o según el criterio que imponga el representante de la Administración.

El fabricante del poste aportará, para cada lote un dossier con los siguientes documentos como mínimo:

- Acta de inspección.
- Control o copia del control de certificados de calidad de cada uno de los procesos de fabricación (PPI).
- Copia de certificado de calidad de los materiales tanto del laminador como copia de los controles efectuados en recepción del taller de fabricación de los postes.
- Copia de Informes o Certificados de calidad de soldaduras.
- Copia de controles de calibración de los aparatos de medida empleados.
- Copia de certificado de cualificación de operarios de soldadura.
- Copia del test de galvanización y su certificado de calidad.

### PINTADO

Los procedimientos de pintado y las mediciones del color acabado para los postes de acero galvanizado utilizados como soporte de la catenaria así como para los herrajes de catenaria será el siguiente:

Sistema de DOS Capas. Acabado POLIURETANO BRILLANTE:

- Limpieza de la superficie mediante agua dulce a presión, preferiblemente caliente, o mediante un desengrasante alcalino diluido y un posterior baldeo con agua dulce.
- Así mismo, en el caso de que haya presencia de sales blancas deberán eliminarse en su totalidad mediante un cepillado. El cepillado debería hacerse con cepillos de cerdas naturales o de plástico para evitar daños en la metalización.
- Una capa de 30/35  $\mu$  secas de Imprimación Epoxy.
- Una capa de 30/35  $\mu$  secas de Esmalte Poliuretano Adif Brillante (UNE 48274) VERDE
- RAL-6009 según proceso aerográfico o electroestático.

#### MARCADO Y TRAZABILIDAD DE LOS POSTES

Todas las piezas componentes del sistema de catenaria, y en este caso los postes, deberán llevar punzonado de acuerdo a los planos correspondientes, las siguientes marcas:

- Marca del fabricante.
- Tipo de pieza.
- Nº de lote de fabricación.

Dicho marcaje se deberá realizar de forma clara y permanente, teniendo en cuenta que posteriormente el poste será galvanizado y pintado, pero no deberá dejar huella por la parte opuesta de la pieza.

El marcado se realizará mediante grabado o punzonado con numerador y con una profundidad que permita su lectura una vez galvanizados o pintados. La marca se ubicará en un sitio accesible a la vista tanto en el almacenado como en el poste una vez montado.

### Documentación y normativa:

El poste deberá cumplir las siguientes normas:

- Perfiles de acero UNE EN 10025.
- Acero galvanizado según UNE EN ISO 1461:2010.
- Pintura RAL 6009 según ISO 12944 - UNE EN ISO 12944-7:1999.
- Coordenadas CIE-Lab:
- CIELAB D65 10°: L 30.365
- Tolerancias: DIN ISO 13920 B-F, UNE EN ISO 13920
- DIN ISO 2768, UNE EN 22768-1-2.
- Soldaduras: DIN ISO 5817C, UNE EN ISO 5817.
- Galvanizado: ISO 1461.
- El transporte cumplirá la E.T. 03.364.100 de ADIF
- El montaje cumplirá la norma N.A.E.113 de ADIF

### Materiales que comprende esta unidad

Los materiales a utilizar en esta unidad, suministrados a pie de obra son los siguientes:

- Poste X-2AV para vía general.
- Mortero H-25.
- Terminal a compresión para cable de 50 mm<sup>2</sup>.
- Tornillería y pequeño material para fijación de poste.
- Pin para medición topográfica, arandelas y contratuercas.



### 1.9.4.3 Ménsulas

Suministro y montaje de ménsula, en poste, con atirantado dentro, en recta, suministrando todos los materiales, así como si transporte a pie de obra. Totalmente montado y en servicio.

Esta unidad comprende:

- La toma de datos para el premontaje de la ménsula.
- El premontaje de la ménsula en taller.
- El suministro a pie de obra de la ménsula, así como todos materiales necesarios.
- La maquinaria, medios auxiliares y de transporte precisos.
- La mano de obra de montaje.

#### Tubos:

Aleación Al Mg Si1-F31 o similar

Normativa:

- UNE 38337:2001 Aluminio y aleaciones de aluminio para forja. Serie 6000. AlMgSi. Aleación EN AW-6063/EN AW-AlMg0,7Si.
- UNE-EN 755-1:2009 Aluminio y aleaciones de aluminio. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 1: Condiciones técnicas de inspección y suministro.
- UNE-EN 755-2:2009 Aluminio y aleaciones de aluminio. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 2: Características mecánicas.
- UNE-EN 755-3:2009 Aluminio y aleaciones de aluminio para forja. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 3: Barras redondas extruidas. Tolerancias dimensionales y de forma.

- UNE-EN 515:1994 Aluminio y aleaciones de aluminio. Productos forjados. Designación de los estados de tratamiento. (Versión oficial EN 515:1993).
- UNE-EN 10002-1:2002 Materiales metálicos. Ensayos de tracción. Parte 1: Método de ensayo a temperatura ambiente.

#### Materiales:

La aleación a utilizar para la fabricación de los tubos objeto de esta norma es la designada por la norma UNE 38337:2001 como:

EN AW-6063 [Al Mg 0,7 Si]

Esta aleación es tratable térmicamente.

#### Características geométricas:

Los tubos de aluminio deberán ajustarse totalmente a las dimensiones indicadas en los planos, teniendo en cuenta las tolerancias dimensionales y de forma recogidas en la norma UNE-EN 755-3:2009.

#### Tratamiento térmico:

A todos los tubos se les realizará un tratamiento térmico de solubilización y maduración artificial T6, según norma UNE-EN 515:1994, para conseguir las características mecánicas deseadas.

#### Características mecánicas:

Esta aleación con el tratamiento térmico T6, tendrá las características mínimas siguientes según se recoge en la norma UNE-EN 755-2:2009:

- $R_m = 215 \text{ Mpa}$
- $R_{p0,2} = 170 \text{ Mpa}$
- $A = 10\%$
- $A_{50\text{mm}} = 8\%$

Criterios de aceptación y rechazo:

En cuanto a ensayos mecánicos y control dimensional, no se admitirá ninguna desviación en los resultados respecto a las características establecidas en este documento, por lo que si esto ocurriera, el lote sería rechazado. Este lote, podrá ser nuevamente presentado a recepción después de un proceso de recuperación por parte del fabricante, el cual al presentarlo de nuevo a recepción, deberá indicar que se trata de un lote recuperado.

En el examen del aspecto superficial, si alguno de los tubos presentara algún defecto sobresaliente, se tomará otra muestra de doble tamaño para verificar la ausencia de dicho defecto. En el caso de que en la nueva muestra este defecto apareciera, el lote sería rechazado. En el caso contrario, el lote sería aceptado.

El lote rechazado por defectos superficiales, puede presentarse de nuevo a recepción una vez el fabricante haya seleccionado y separado todas las piezas defectuosas e indicando que se trata de un lote recuperado.

- Brazos de atirantado:

Sujeción a soporte de atirantado UNE-EN 1706:1998

Tubo UNE-EN 755-2:2009

Terminal brazo de atirantado UNE-EN 1706:1998; UNE-EN 755-2:2009

- Rótulas y soporte de rótulas, grifa de suspensión y HERRAJES DE UNIÓN DE LOS COMPONENTES:

La aleación de aluminio será del grupo Al-Si, exactamente las designadas por la norma UNE-EN 1706:1998 como:

- Designación numérica: EN AC-42200
- Designación simbólica: EN AC- AL Si 7 Mg 0,6

- Tornillos, pasadores, pernos, abrazaderas, tuercas, arandelas de acero inoxidable 18/8/A2-70 (Al SI 304)304)

- Aisladores: cumplirán la EN50119

Herrajes exteriores de fundición

Material aislante composite, cerámico, vidrio o similar aceptado para 25 kV c/a, que cumplan las siguientes normas:

Para aisladores cerámicos o de vidrio:

- UNE EN 60305;
- UNE EN 60383;
- CEI 60433;
- CEI 60672-1, -3;
- CEI 61325
- Para aisladores de composite:
- UNE EN 50151;
- CEI 61109 (tracción);
- CEI 61952 (flexión);
- Para aisladores de poste:
- CEI 60273, con las características siguientes:
- Eléctricas mínimas:
- Línea de fuga mínima: 1200 mm
- Tensión soportada a frecuencia industrial 1 min 95 kV.
- Tensión soportada ante ondas tipo rayo 200 kV.

Materiales que comprende esta unidad

Se suministrará a pie de obra y se instalará el conjunto de materiales para ménsula para vía general que incluye el siguiente material:

- Tubos de aluminio de ménsula, tirante y soporte de brazo de atirantado.

- Conjunto de brazo de atirantado.
- Herrajes de aluminio, diversos tipos.
- Aislador de ménsula para 25 kV.
- Grapa de soporte del cable sustentador.
- Péndola del tubo de atirantado.
- Péndola antiviento.
- Conexiones equipotenciales.
- Accesorios diversos.

#### **1.9.4.4 Conductores de catenaria**

##### **Cable sustentador:**

Tendido de cable sustentador Cu 95 mm<sup>2</sup>, e hilo de contacto Cu-Mg 150 mm<sup>2</sup> para catenaria de alta velocidad.

En esta unidad de obra se incluye:

- El suministro de todos los materiales a pie de obra
- La maquinaria, medios auxiliares y de transporte necesarios
- La mano de obra de montaje

##### Características técnicas:

La catenaria será del tipo poligonal atirantada, formada por un sustentador apoyado y un hilo de contacto. La altura nominal de la misma será de 1,40 m.

En seccionamientos y agujas, donde pueda haber interferencias entre ménsulas y cables, la altura será variable.

La altura del hilo de contacto será de 5,30 m (+ 0,02, -0,00).

El descentramiento máximo a aplicar será de 0,20 m con tolerancia +/- 0,05 m, con excepción de agujas y seccionamientos en que estos descentramientos pueden variar.

Los vanos deberán estar calculados de tal forma que el máximo desplazamiento en el centro del vano del hilo de contacto bajo las peores condiciones de funcionamiento sea  $< 40$  cm.

Tensiones mecánicas de la catenaria:

- Sustentador: 15,75 kN
- Hilo de contacto:
  - o En vía general: 31,50 kN
  - o En vías secundarias en estación y otras vías cuya velocidad de paso sea igual o inferior a 160 km/h: 15,75 kN.

El material a utilizar en esta unidad de obra es el siguiente:

- Sustentador de Cu-95
- Hilo de contacto 150 Cu-Mg 0,5
- Identificación y composición del material: Designación: Cu Mg 0,5
- Composición química: Magnesio: 0.5%
- Aspecto exterior: Según norma UNE EN 50149 apartado 4.2.
- Ranuras de identificación: El hilo de contacto de aleación de cobre con magnesio deberá estar identificado con tres ranuras según norma EN 50149 apartado 4.3.4.
- Configuración y sección del hilo: El hilo de contacto deberá tener una sección circular de 150 mm<sup>2</sup> y una ranura de anclaje tipo B, identificado como BC - 150 según norma UNE EN 50149.
- Sección: 150mm<sup>2</sup> +/- 3%
- Diámetro: 14,5 +/- 3%
- Masa: 1335 kg/km.
- En lo referente a longitudes, el suministro deberá realizarse mediante bobinas metradas con una tolerancia de 0,+30 m.
- El hilo de contacto será suministrado en una sola colada, no permitiéndose soldaduras ni uniones.
- Resistencia eléctrica máxima: 0,191 ohm/km.

- Carga de rotura mínima: 68,4 kN (calculada en el área mínima de sección transversal).
- Alargamiento después de la rotura: 3 - 10%
- Ensayo de Torsión: 5 vueltas mínimo entre mordazas separadas 250mm a 15-20 rpm

**Péndolas:**

- Designación: Bz II 16
- Sección: 16 mm<sup>2</sup>

**Características:**

G-4T-CABALLETE DE PENDOLA

G-50-GUARDACABOS PARA PENDOLA Bz 16

M1-MANGUITO PARA PÉNDOLA Bz 16

TC-16.10-TERMINAL PARA CABLE Bz 16

**Feeder -25 KV:**

Los materiales que se utilizan son los siguientes:

- Cable aluminio-acero LA-280 Norma EN 50.182.
- Parte proporcional de balizas salvapájaros, instaladas en el cable tendido (en caso de instalación a cielo abierto).

**Características técnicas:**

- Cable aluminio-acero LA-280 Norma EN 50.182.

**Medios materiales:**

- Para realizar el montaje del cable de retorno se precisa disponer de la maquinaria, herramientas y medios auxiliares siguientes:
- Se utilizarán poleas para el tendido de los cables en todos los perfiles de apoyo. Dichas poleas tendrán un diámetro mínimo de 0,3m y cumplirán con las prescripciones de la norma UNE 21.100 "Líneas eléctricas aéreas. Polea para el tendido de conductores".
- Los Dinamómetros podrán ser de Ballestas o electrónicos. Deberán tener una precisión en la lectura del  $\pm 2\%$  del total de la escala y estarán provistos de indicación de máxima con botón de puesta a cero. Cada dinamómetro deberá estar calibrado.

#### Documentación y normativa

- Serán de aplicación la normativa citada a lo largo de este pliego.
- ET.03.364.161.4. Cables desnudos de aluminio y aluminio con alma de acero para líneas eléctricas aéreas.
- ET.03.364.020.3 Homologación y suministro de manguitos de empalme y grapas de aluminio para sujeción o derivación de cables de aluminio en la LAC.
- Los cables a emplear serán los descritos en el plano de referencia L, LA, RV-CABLES DE ALUMINIO de la catenaria C-350.

#### **Cable de retorno:**

Suministro y montaje de cable de retorno LA-110, a cielo abierto.

Los materiales que se utilizan son los siguientes:

- Cable aluminio-acero LA-110 Norma EN 50.182.
- Parte proporcional de balizas salvapájaros, instaladas en el cable tendido (en caso de instalación a cielo abierto).



Características:

El cable será:

- Cable aluminio-acero LA-110 Norma EN 50.182.

Medios materiales:

- Para realizar el montaje del cable de retorno se precisa disponer de la maquinaria, herramientas y medios auxiliares siguientes:
- Se utilizarán poleas para el tendido de los cables en todos los perfiles de apoyo. Dichas poleas tendrán un diámetro mínimo de 0,3m y cumplirán con las prescripciones de la norma UNE 21.100 "Líneas eléctricas aéreas. Polea para el tendido de conductores".
- Los Dinamómetros podrán ser de Ballestas o electrónicos. Deberán tener una precisión en la lectura del  $\pm 2\%$  del total de la escala y estarán provistos de indicación de máxima con botón de puesta a cero. Cada dinamómetro deberá estar calibrado.

Comprobaciones:

Antes de empezar el montaje del cable de retorno es necesario comprobar que se han realizado las actividades y montajes siguientes:

- Que están montados los tirantes de anclaje.
- Que están correctamente instalados los conjuntos de suspensión y anclajes necesarios.
- La colocación de las bobinas sobre gatos o soportes que las mantengan elevadas y bien niveladas durante todo el proceso, con el fin de que puedan girar a tenor del tiro efectuado y de forma que los cables, al tirar de ellos o al desplazar las bobinas, salgan de estas por su parte superior.
- La colocación de poleas normalizadas en todos los postes (o herrajes en túnel).

- La colocación de barras o rodillos en sentido perpendicular a la dirección del tendido para la protección de los cables en caso de que por el estado del terreno se pudiesen dañar los cables.
- La colocación de dispositivos de libre giro (quita vueltas) entre conductor y cable piloto, para evitar que se transmita el giro de un cable a otro.
- El control del cable piloto con el fin de que no se produzcan deformaciones ni rotura de alguna de sus venas que puedan originar perturbaciones en el tendido.
- La disponibilidad de todos los medios materiales de montaje, asegurándose de que son los apropiados para el trabajo, con el fin de evitar incidentes durante esta operación.

#### Documentación y normativa:

- Serán de aplicación la normativa citada a lo largo de este pliego.
- ET.03.364.161.4. Cables desnudos de aluminio y aluminio con alma de acero para líneas eléctricas aéreas.
- ET.03.364.020.3 Homologación y suministro de manguitos de empalme y grapas de aluminio para sujeción o derivación de cables de aluminio en la LAC.
- Los cables a emplear serán los descritos en el plano de referencia L, LA, RV-CABLES DE ALUMINIO de la catenaria C-350

#### **Conexión de poste a carril:**

Los materiales a utilizar a pie de obra, en esta unidad, son los siguientes:

- Cable de Cu aislado de 1x50 mm<sup>2</sup> de sección. Aislamiento PVC 0,6/1 KV.
- Terminal de cable 50 Cu a conector.
- Terminal de cable 50 Cu a poste.
- Bulón esférico para poste
- Kit de soldadura a carril aluminotérmica
- Pequeño material de fijación y tortillería.

### Características de ejecución y montaje:

La mano de obra de montaje comprende:

- La instalación de una derivación del cable de retorno mediante la grapa correspondiente, ajustando la longitud del cable.
- La realización de los taladros en el poste, para fijación de la conexión.
- Taladrado de carril para colocación de terminal. El taladrado se realizará de acuerdo con las N.A.V. de ADIF. La distancia entre taladros será superior a 0,5m.
- El montaje de la conexión de la derivación del cable de retorno al poste mediante el terminal y su tornillo.
- El ajuste del conjunto.

El montaje se realizará de acuerdo a lo indicado en los planos del proyecto.

El cable deberá posicionarse preferiblemente desde el centro de la traviesa y salir recto hacia los postes, a fin de evitar daños por bateo de vía.

### Documentación y Normativa:

Serán de aplicación las siguientes normas:

- ET 03.364.005.3 Conexiones eléctricas de carriles
- ET 03.365.305.3 Especificación técnica para la homologación y suministro de conexiones de vía
- Normativa de materiales: UNE-EN12.165

Los cables y terminales a emplear serán los definidos en los planos de la catenaria C-350 cuya referencia es la siguiente:

- CU-RV-CABLES DE COBRE.
- TC-50.12-TERMINAL DE COBRE ESTAÑADO PARA CABLE CU-50 MM2.
- KIT-CV-KIT DE SOLDADURA ALUMINOTERMICA TIPO ELPA.

**TÍTULO: PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.**

---

## **ANEXO: ESTADO DE MEDICIONES**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: FEBRERO DE 2016**

**AUTOR: EL ALUMNO**

**Fdo.: ALFONSO ARGÜESO LOPEZ**

## ÍNDICE

<b>ANEXO: ESTADO DE MEDICIONES</b> .....	3
<b>1.1. Cimentaciones</b> .....	3
<b>1.2. Postes</b> .....	3
<b>1.3. Equipos de catenaria</b> .....	4
<b>1.4. Conductores de catenaria</b> .....	4
<b>1.5. Feeder, conductor de tierra y retorno</b> .....	4

**ANEXO: ESTADO DE MEDICIONES****1.1. Cimentaciones**

Nº Orden	Nº Precio	Descripción	Unidad	Total medición
1.1	1.1.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE CIMENTACIÓN CILÍNDRICA PARA POSTES DE ELECTRIFICACIÓN, DE 0.75 m DE DIÁMETRO Y 2.3 m DE PROFUNDIDAD, COMPUESTA POR 4 BARRAS GEWI DE 25 mm. EJECUTADA DESDE PLATAFORMA. TOTALMENTE TERMINADA. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN.	Ud	66
1.2	1.2.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE CIMENTACIÓN CILÍNDRICA PARA POSTES DE ELECTRIFICACIÓN, DE 0.75 m DE DIÁMETRO Y 2.6 m DE PROFUNDIDAD, COMPUESTA POR 4 BARRAS GEWI DE 25 mm. EJECUTADA DESDE PLATAFORMA. TOTALMENTE TERMINADA. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN.	Ud	54
1.3	1.3.1	CIMENTACIÓN CILÍNDRICA PARA ANCLAJE DE CABLE SUSTENTADOR , ACCESO POR PLATAFORMA, CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN	Ud	2
1.4	1.4.1	CIMENTACIÓN CILÍNDRICA PARA ANCLAJE DE CABLE HC , ACCESO POR VÍA, CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN	Ud	2

**1.2. Postes**

Nº Orden	Nº Precio	Descripción	Unidad	Total medición
2.1	2.1.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE POSTE TIPO X-1AV, EJECUCIÓN POR PLATAFORMA TOTALMENTE MONTADO Y EN SERVICIO, CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN. INCLUYE TORNILLERÍA Y PEQUEÑO MATERIAL PARA FIJACIÓN DEL POSTE.	Ud	66
2.2	2.2.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE POSTE TIPO X-2AV, EJECUCIÓN POR PLATAFORMA TOTALMENTE MONTADO Y EN SERVICIO, CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN. INCLUYE TORNILLERÍA Y PEQUEÑO MATERIAL PARA FIJACIÓN DEL POSTE.	Ud	54

### 1.3. Equipos de catenaria

Nº Orden	Nº Precio	Descripción	Unidad	Total medición
3.1	3.1.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE MÉNSULA EN POSTE CON ATIRANTADO DENTRO SUMINISTRANDO TODOS LOS MATERIALES, ASÍ COMO SU TRANSPORTE A PIE DE OBRA. TOTALMENTE MONTADO Y EN SERVICIO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN	Ud	60
3.2	3.2.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE MÉNSULA EN POSTE CON ATIRANTADO FUERA SUMINISTRANDO TODOS LOS MATERIALES, ASÍ COMO SU TRANSPORTE A PIE DE OBRA. TOTALMENTE MONTADO Y EN SERVICIO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN	Ud	60
3.3	3.3.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE UN EQUIPO DE ANCLAJE DE CATENARIA CON REGULACIÓN DE TENSIÓN. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN.	Ud	2

### 1.4. Conductores de catenaria

Nº Orden	Nº Precio	Descripción	Unidad	Total medición
4.1	4.1.1	TENDIDO DE CABLE SUSTENTADOR DE Cu 95 mm <sup>2</sup> Y UN HILO DE CONTACTO DE Cu-Mg 150 mm <sup>2</sup> , A CIELO ABIERTO, CONSIDERANDO DE ANCLAJE A ANCLAJE. TOTALMENTE MONTADO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN	Km	5378
4.2	4.2.1.	SUMINISTRO DE MATERIALES, PUESTOS EN OBRA Y MONTAJE PARA PENDOLADO DE CATENARIA CON PÉNDOLAS DE Bz 16, A CIELO ABIERTO. TOTALMENTE MONTADO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN	Km	5378

### 1.5. Feeder, conductor de tierra y retorno

Nº Orden	Nº Precio	Descripción	Unidad	Total medición
5.1	5.1.1	TENDIDO DE CABLE FEEDER O RETORNO (PAT) TIPO LA-110, A CIELO ABIERTO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN	Km	5378
5.2	5.2.1	TENDIDO DE CABLE FEEDER O RETORNO TIPO LA-280, A CIELO ABIERTO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN.	Km	5378
5.3	5.3.1	TENDIDO DE CABLE FEEDER O RETORNO TIPO Cu-225, A CIELO ABIERTO.	Km	168

**TÍTULO: PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.**

---

## **ANEXO: PRESUPUESTO**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE DE 2015**

**AUTOR: EL ALUMNO**

**Fdo.: ALFONSO ARGÜESO LOPEZ**



## ÍNDICE

<b>1. CUADRO DE PRECIOS:</b> .....	3
<b>1.1. Cimentaciones</b> .....	3
<b>1.2. Postes</b> .....	3
<b>1.3. Equipos de catenaria</b> .....	4
<b>1.4. Conductores de catenaria</b> .....	4
<b>1.5. Feeder, conductor de tierra y retorno</b> .....	5
<b>2. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS:</b> .....	5
<b>2.1. Cimentaciones</b> .....	5
<b>2.2. Postes</b> .....	7
<b>2.3. Equipos de catenaria</b> .....	8
<b>2.4. Conductores de catenaria</b> .....	9
<b>2.5. Feeder, conductor de tierra y retorno</b> .....	9
<b>3. PRESUPUESTOS PARCIALES</b> .....	10
<b>3.1. Cimentaciones</b> .....	10
<b>3.2. Postes</b> .....	11
<b>3.3. Equipos de catenaria</b> .....	11
<b>3.4. Conductores de catenaria</b> .....	11
<b>3.5. Feeder, conductor de tierra y retorno</b> .....	12
<b>3.6. Estudio de seguridad y salud</b> .....	12
<b>4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b> .....	19
<b>5. PRESUPUESTO TOTAL</b> .....	20

**1. CUADRO DE PRECIOS:****1.1. Cimentaciones**

Ud.	Nº Precio	Descripción	Precio (euros)
Ud	1.1.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE CIMENTACIÓN CILÍNDRICA PARA POSTES DE ELECTRIFICACIÓN, DE 0.75 m DE DIÁMETRO Y 2.3 m DE PROFUNDIDAD, COMPUESTA POR 4 BARRAS GEWI DE 25 mm. EJECUTADA DESDE PLATAFORMA. TOTALMENTE TERMINADA. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN.	231,63
Ud	1.2.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE CIMENTACIÓN CILÍNDRICA PARA POSTES DE ELECTRIFICACIÓN, DE 0.75 m DE DIÁMETRO Y 2.6 m DE PROFUNDIDAD, COMPUESTA POR 4 BARRAS GEWI DE 25 mm. EJECUTADA DESDE PLATAFORMA. TOTALMENTE TERMINADA. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN.	250,65
Ud	1.3.1	CIMENTACIÓN CILÍNDRICA PARA ANCLAJE DE CABLE SUSTENTADOR , ACCESO POR PLATAFORMA, CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN	250,94
Ud	1.4.1	CIMENTACIÓN CILÍNDRICA PARA ANCLAJE DE CABLE HC , ACCESO POR VÍA, CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN	318,99

**1.2. Postes**

Ud.	Nº Precio	Descripción	Precio (euros)
Ud	2.1.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE POSTE TIPO X-1AV, EJECUCIÓN POR PLATAFORMA TOTALMENTE MONTADO Y EN SERVICIO, CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN. INCLUYE TORNILLERÍA Y PEQUEÑO MATERIAL PARA FIJACIÓN DEL POSTE.	763,5
Ud	2.2.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE POSTE TIPO X-2AV, EJECUCIÓN POR PLATAFORMA TOTALMENTE MONTADO Y EN SERVICIO, CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN. INCLUYE TORNILLERÍA Y PEQUEÑO MATERIAL PARA FIJACIÓN DEL POSTE.	688,53

### 1.3. Equipos de catenaria

Ud.	Nº Precio	Descripción	Precio (euros)
Ud	3.1.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE MÉNSULA EN POSTE CON ATIRANTADO DENTRO SUMINISTRANDO TODOS LOS MATERIALES, ASÍ COMO SU TRANSPORTE A PIE DE OBRA. TOTALMENTE MONTADO Y EN SERVICIO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN	455,33
Ud	3.2.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE MÉNSULA EN POSTE CON ATIRANTADO FUERA SUMINISTRANDO TODOS LOS MATERIALES, ASÍ COMO SU TRANSPORTE A PIE DE OBRA. TOTALMENTE MONTADO Y EN SERVICIO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN	430,69
Ud	3.3.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE UN EQUIPO DE ANCLAJE DE CATENARIA CON REGULACIÓN DE TENSIÓN. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN.	1776,33

### 1.4. Conductores de catenaria

Ud.	Nº Precio	Descripción	Precio (euros)
km	4.1.1	TENDIDO DE CABLE SUSTENTADOR DE Cu 95 mm <sup>2</sup> Y UN HILO DE CONTACTO DE Cu-Mg 150 mm <sup>2</sup> , A CIELO ABIERTO, CONSIDERANDO DE ANCLAJE A ANCLAJE. TOTALMENTE MONTADO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN	20595,62
km	4.2.1.	SUMINISTRO DE MATERIALES, PUESTOS EN OBRA Y MONTAJE PARA PENDOLADO DE CATENARIA CON PÉNDOLAS DE Bz 16, A CIELO ABIERTO. TOTALMENTE MONTADO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN	6848,78

## 1.5. Feeder, conductor de tierra y retorno

Ud.	Nº Precio	Descripción	Precio (euros)
Km	5.1.1	TENDIDO DE CABLE FEEDER O RETORNO (PAT) TIPO LA-110, A CIELO ABIERTO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN	2625,43
Km	5.2.1	TENDIDO DE CABLE FEEDER O RETORNO TIPO LA-280, A CIELO ABIERTO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN.	4523,46
Km	5.3.1	TENDIDO DE CABLE FEEDER O RETORNO TIPO Cu-225, A CIELO ABIERTO.	16618,67

## 2. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS:

### 2.1. Cimentaciones

1.1.1. SUMINISTRO Y MONTAJE DE CIMENTACIÓN CILÍNDRICA PARA POSTES DE ELECTRIFICACIÓN, DE 0.75 m DE DIÁMETRO Y 2.3 m DE PROFUNDIDAD, COMPUESTA POR 4 BARRAS GEWI DE 25 mm. EJECUTADA DESDE PLATAFORMA. TOTALMENTE TERMINADA. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN

1,0000 m	Cable de Cu aislado de 1x50 mm <sup>2</sup> de sección. Aislamiento PVC 0,6/1 KV.	2,93
1,0000 ud	Grapa de conexión a pica de puesta a tierra	4,95
1,0000 m	Tubo corrugado flexible 40 mm	0,61
1,0000 ud	Pica T/T Cobrizada diámetro 18 mm x 2 m (E = 300 micras)	13,20
8,0000 ud	Tuerca para barra Gewi de 25 mm de diámetro	4,83
8,0000 ud	Arandela para barra Gewi de 25 mm de diámetro	0,93
2,4000 m	Conjunto de 4 barras longitudinales de acero corrugado tipo Gewi para cimentaciones de postes de electrificación. diam: 25mm.	21,14
9,2500 kg	Acero B500S	7,65
1,0000 ud	Material auxiliar topografía	0,95
	Otros conceptos	174,43

**TOTAL 231,63 EUROS**

**1.2.1. SUMINISTRO Y MONTAJE DE CIMENTACIÓN CILÍNDRICA PARA POSTES DE ELECTRIFICACIÓN, DE 0.75 m DE DIÁMETRO Y 2.6 m DE PROFUNDIDAD, COMPUESTA POR 4 BARRAS GEWI DE 25 mm. EJECUTADA DESDE PLATAFORMA. TOTALMENTE TERMINADA. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN**

1,0000 m	Cable de Cu aislado de 1x50 mm <sup>2</sup> de sección. Aislamiento PVC 0,6/1 KV.	2,93
1,0000 ud	Grapa de conexión a pica de puesta a tierra	4,95
1,0000 m	Tubo corrugado flexible 40 mm	0,61
1,0000 ud	Pica T/T Cobrizada diámetro 18 mm x 2 m (E = 300 micras)	13,20
8,0000 ud	Tuerca para barra Gewi de 25 mm de diámetro	4,83
8,0000 ud	Arandela para barra Gewi de 25 mm de diámetro	0,93
2,4000 m	Conjunto de 4 barras longitudinales de acero corrugado tipo Gewi para cimentaciones de postes de electrificación. diam: 25mm.	21,14
9,2500 kg	Acero B500S	7,65
1,0000 ud	Material auxiliar topografía	0,95
	Otros conceptos	174,43

**TOTAL 250,65 EUROS**

**1.3.1. CIMENTACIÓN CILÍNDRICA PARA ANCLAJE DE CABLE SUSTENTADOR , ACCESO POR PLATAFORMA, CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN**

1,0000 m	Cable de Cu aislado de 1x50 mm <sup>2</sup> de sección. Aislamiento PVC 0,6/1 KV.	2,93
1,0000 ud	Grapa de conexión a pica de puesta a tierra	4,95
1,0000 m	Tubo corrugado flexible 40 mm	0,61
1,0000 ud	Pica T/T Cobrizada diámetro 18 mm x 2 m (E = 300 micras)	13,20
8,0000 ud	Tuerca para barra Gewi de 16 mm de diámetro	4,83
8,0000 ud	Arandela para barra Gewi de 16 mm de diámetro	0,93
2,0000 m	Conjunto de 4 barras longitudinales de acero corrugado tipo Gewi para cimentaciones de postes de Electrificación. diam:16mm.	7,23
10,2000 kg	Acero B500S	8,44
1,0000 ud	Material auxiliar topografía	0,95
	Otros conceptos	206,87

**TOTAL 250,94 EUROS**

### 1.4.1. CIMENTACIÓN CILÍNDRICA PARA ANCLAJE DE CABLE SUSTENTADOR , ACCESO POR VÍA, CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN

1,0000 m	Cable de Cu aislado de 1x50 mm <sup>2</sup> de sección. Aislamiento PVC 0,6/1 KV.	2,93
1,0000 ud	Grapa de conexión a pica de puesta a tierra	4,95
1,0000 m	Tubo corrugado flexible 40 mm	0,61
1,0000 ud	Pica T/T Cobrizada diámetro 18 mm x 2 m (E = 300 micras)	13,20
8,0000 ud	Tuerca para barra Gewi de 16 mm de diámetro	4,83
8,0000 ud	Arandela para barra Gewi de 16 mm de diámetro	0,93
2,0000 m	Conjunto de 4 barras longitudinales de acero corrugado tipo Gewi para cimentaciones de postes de electrificación. diam:16mm.	7,23
10,2000 kg	Acero B500S	8,44
1,0000 ud	Material auxiliar topografía	0,95
	Otros conceptos	274,91

**TOTAL 318,99 EUROS**

## 2.2. Postes

### 2.1.1. SUMINISTRO Y MONTAJE DE POSTE TIPO X-1AV, EJECUCIÓN POR PLATAFORMA TOTALMENTE MONTADO Y EN SERVICIO, CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN. INCLUYE TORNILLERÍA Y PEQUEÑO MATERIAL PARA FIJACIÓN DEL POSTE.

2,0000 ud	Terminal a compresión para cable de 50mm <sup>2</sup> de sección	18,95
1,0000 ud	Poste tipo X-3AV de acero galvanizado tipo S275JR UNE-EN 10.025.	630,29
1,0000 ud	PIN para medición topográfica, incluye arandelas y contratuercas.	1,91
	Otros conceptos	112,35

**TOTAL 763,50 EUROS**

### 2.2.1. SUMINISTRO Y MONTAJE DE POSTE TIPO X-2AV, EJECUCIÓN POR PLATAFORMA TOTALMENTE MONTADO Y EN SERVICIO, CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN. INCLUYE TORNILLERÍA Y PEQUEÑO MATERIAL PARA FIJACIÓN DEL POSTE.

2,0000 ud	Terminal a compresión para cable de 50mm <sup>2</sup> de sección	18,95
1,0000 ud	Poste tipo X-2AV de acero galvanizado tipo S275JR UNE-EN 10.025.	555,32
1,0000 ud	PIN para medición topográfica, incluye arandelas y contratuercas.	1,91
	Otros conceptos	112,35

**TOTAL 688,53 EUROS**

## 2.3. Equipos de catenaria

### 3.1.1. SUMINISTRO Y MONTAJE DE MÉNSULA EN POSTE CON ATIRANTADO DENTRO EN RECTA SUMINISTRANDO TODOS LOS MATERIALES, ASÍ COMO SU TRANSPORTE A PIE DE OBRA. TOTALMENTE MONTADO Y EN SERVICIO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN

1,0000 ud	Equipo de ménsula atirantado dentro en recta, incluye tubos de aluminio de ménsula, tirante y soporte de brazo de atirantado, conjunto de brazo de atirantado, herrajes de aluminio, aislador de ménsula para 25 kV, grapa de soporte del cable sustentador, péndola del tubo de atirantado, péndola antiviento y conexiones equipotenciales.	389,77
	Otros conceptos	65,56

**TOTAL 455,33 EUROS**

### 3.2.1. SUMINISTRO Y MONTAJE DE MÉNSULA EN POSTE CON ATIRANTADO FUERA EN RECTA SUMINISTRANDO TODOS LOS MATERIALES, ASÍ COMO SU TRANSPORTE A PIE DE OBRA. TOTALMENTE MONTADO Y EN SERVICIO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN

1,0000 ud	Equipo de ménsula atirantado fuera en recta, incluye tubos de aluminio de ménsula, tirante y soporte de brazo de atirantado, conjunto de brazo de atirantado, herrajes de aluminio, aislador de ménsula para 25 kV, grapa de soporte del cable sustentador, péndola del tubo de atirantado, péndola antiviento y conexiones equipotenciales.	365,13
	Otros conceptos	65,56

**TOTAL 430,69 EUROS**

### 3.3.1 SUMINISTRO Y MONTAJE DE UN EQUIPO DE ANCLAJE DE CATENARIA SIN REGULACIÓN DE TENSIÓN, A CIELO ABIERTO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN.

1,0000 ud	Conjunto de materiales para anclaje de catenaria compuesta por un sustentador Cu 95 mm <sup>2</sup> y un HC 150 mm <sup>2</sup> , sin regulación de tensión a cielo abierto, incluye preformado o casquillo de anclaje, aisladores de anclaje, elementos para fijación al poste y tirantes de anclaje.	992,71
2,0000 ud	Conjunto de tirante de anclaje	342,38
	Otros conceptos	441,24

**TOTAL 1.776,33 EUROS**

## 2.4. Conductores de catenaria

4.1.1. TENDIDO DE CABLE SUSTENTADOR DE Cu 95 mm<sup>2</sup> Y UN HILO DE CONTACTO DE Cu-Mg 150 mm<sup>2</sup>, A CIELO ABIERTO, CONSIDERANDO DE ANCLAJE A ANCLAJE. TOTALMENTE MONTADO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN

1,0500 km	Cable sustentador de Cu de 95 mm <sup>2</sup> de sección, norma UNE 207015	7.091,65
1,0500 km	Cable hilo de contacto de Cu-Mg 0,05 de 150 mm <sup>2</sup> de sección, norma UNE-EN 50149	12.925,91
	Otros conceptos	578,06

**TOTAL 20.595,62 EUROS**

4.2.1. SUMINISTRO DE MATERIALES, PUESTOS EN OBRA Y MONTAJE PARA PENDOLADO DE CATENARIA CON PÉNDOLAS DE Bz 16, A CIELO ABIERTO. TOTALMENTE MONTADO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN

36,0000 ud	Cable falso sustentador BzII de 35 mm <sup>2</sup> de sección, norma DIN 48201, incluye grafas de amarre al sustentador.	3.047,08
132,0000 ud	Conjunto de péndola equipotencial con cable Bz II16, norma DIN 48201, con conexiones de lazo, manguito guardacabos y grifas de péndola para hilo de contacto y sustentador.	2.399,63
18,0000 ud	Conjunto de péndola equipotencial para falso sustentador, con cable Bz II16, norma DIN 48201, con conexiones de lazo, manguito guardacabos y grifas de péndola para falso sustentador.	327,22
	Otros conceptos	694,64

**TOTAL 6.468,78 EUROS**

## 2.5. Feeder, conductor de tierra y retorno

5.1.1. TENDIDO DE CABLE FEEDER O RETORNO TIPO LA-110, A CIELO ABIERTO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN

1,0500 km	Cable aluminio-acero LA-110 Norma EN 50.182	1.757,14
1,0000 ud	Parte proporcional de balizas salvapájaros	181,58
	Otros conceptos	686,37

**TOTAL 2.625,43 EUROS**



### 5.2.1. TENDIDO DE CABLE FEEDER O RETORNO TIPO LA-280, A CIELO ABIERTO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN

1,0500 km	Cable aluminio-acero LA-280 Norma EN 50.182	3.655,21
1,0000 ud	Parte proporcional de balizas salvapájaros	181,58
	Otros conceptos	686,37

**TOTAL 4.523,46 EUROS**

### 5.3.1. TENDIDO DE CABLE FEEDER O RETORNO TIPO Cu-225, A CIELO ABIERTO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN

1.050,0000 m	Cable de Cu-225mm2	15.760,08
1,0000 ud	Parte proporcional de balizas salvapájaros	181,58
	Otros conceptos	686,37

**TOTAL 16.628,67 EUROS**

## **3. PRESUPUESTOS PARCIALES**

### **3.1. Cimentaciones**

Nº Orden	Nº Precio	Descripción	Unidad	Total medición	Precio (euros)	Total (euros)
1.1	1.1.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE CIMENTACIÓN CILÍNDRICA PARA POSTES DE ELECTRIFICACIÓN, DE 0.75 m DE DIÁMETRO Y 2.3 m DE PROFUNDIDAD, COMPUESTA POR 4 BARRAS GEWI DE 25 mm. EJECUTADA DESDE PLATAFORMA. TOTALMENTE TERMINADA. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN.	Ud	66	231,63	15287,58
1.2	1.2.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE CIMENTACIÓN CILÍNDRICA PARA POSTES DE ELECTRIFICACIÓN, DE 0.75 m DE DIÁMETRO Y 2.6 m DE PROFUNDIDAD, COMPUESTA POR 4 BARRAS GEWI DE 25 mm. EJECUTADA DESDE PLATAFORMA. TOTALMENTE TERMINADA. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN.	Ud	54	250,65	13535,1
1.3	1.3.1	CIMENTACIÓN CILÍNDRICA PARA ANCLAJE DE CABLE SUSTENTADOR , ACCESO POR PLATAFORMA, CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN	Ud	2	250,94	501,88
1.4	1.4.1	CIMENTACIÓN CILÍNDRICA PARA ANCLAJE DE CABLE HC , ACCESO POR VÍA, CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN	Ud	2	318,99	637,98
					<b>TOTAL:</b>	<b>29962,54</b>

### 3.2. Postes

Nº Orden	Nº Precio	Descripción	Unidad	Total medición	Precio (euros)	Total (euros)
2.1	2.1.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE POSTE TIPO X-1AV, EJECUCIÓN POR PLATAFORMA TOTALMENTE MONTADO Y EN SERVICIO, CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN. INCLUYE TORNILLERÍA Y PEQUEÑO MATERIAL PARA FIJACIÓN DEL POSTE.	Ud	66	763,5	50391
2.2	2.2.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE POSTE TIPO X-2AV, EJECUCIÓN POR PLATAFORMA TOTALMENTE MONTADO Y EN SERVICIO, CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN. INCLUYE TORNILLERÍA Y PEQUEÑO MATERIAL PARA FIJACIÓN DEL POSTE.	Ud	54	688,53	37180,62
					<b>TOTAL:</b>	<b>87571,62</b>

### 3.3. Equipos de catenaria

Nº Orden	Nº Precio	Descripción	Unidad	Total medición	Precio (euros)	Total (euros)
3.1	3.1.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE MÉNSULA EN POSTE CON ATIRANTADO DENTRO SUMINISTRANDO TODOS LOS MATERIALES, ASÍ COMO SU TRANSPORTE A PIE DE OBRA. TOTALMENTE MONTADO Y EN SERVICIO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN.	Ud	60	455,33	27319,8
3.2	3.2.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE MÉNSULA EN POSTE CON ATIRANTADO FUERA SUMINISTRANDO TODOS LOS MATERIALES, ASÍ COMO SU TRANSPORTE A PIE DE OBRA. TOTALMENTE MONTADO Y EN SERVICIO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN.	Ud	60	430,69	25841,4
3.3	3.3.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE UN EQUIPO DE ANCLAJE DE CATENARIA CON REGULACIÓN DE TENSIÓN. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN.	Ud	2	1776,33	3552,66
					<b>TOTAL:</b>	<b>56713,86</b>

### 3.4. Conductores de catenaria

Nº Orden	Nº Precio	Descripción	Unidad	Total medición	Precio (euros)	Total (euros)
4.1	4.1.1	TENDIDO DE CABLE SUSTENTADOR DE Cu 95 mm <sup>2</sup> Y UN HILO DE CONTACTO DE Cu-Mg 150 mm <sup>2</sup> , A CIELO ABIERTO, CONSIDERANDO DE ANCLAJE A ANCLAJE. TOTALMENTE MONTADO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN.	Km	5378	20595,62	110763,24
4.2	4.2.1	SUMINISTRO DE MATERIALES, PUESTOS EN OBRA Y MONTAJE PARA PENDOLADO DE CATENARIA CON PÉNDOLAS DE Bz 16, A CIELO ABIERTO. TOTALMENTE MONTADO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN.	Km	5378	6848,78	36832,74
					<b>TOTAL:</b>	<b>147595,98</b>

### 3.5. Feeder, conductor de tierra y retorno

Nº Orden	Nº Precio	Descripción	Unidad	Total medición	Precio (euros)	Total (euros)
5.1	5.1.1	TENDIDO DE CABLE FEEDER O RETORNO (PAT) TIPO LA-110, A CIELO ABIERTO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN	Km	5378	2625,43	14119,56
5.2	5.2.1	TENDIDO DE CABLE FEEDER O RETORNO TIPO LA-280, A CIELO ABIERTO. CONDICIONES DE TRABAJO DIURNO SIN CORTE DE TENSIÓN.	Km	5378	4523,46	24327,17
5.3	5.3.1	TENDIDO DE CABLE FEEDER O RETORNO TIPO Cu-225, A CIELO ABIERTO.	Km	168	16618,67	2791,94
					<b>TOTAL:</b>	<b>41238,67</b>

### 3.6. Estudio de seguridad y salud

CAP. 1- PROTECCIONES INDIVIDUALES					
Nº Orden	Descripción	Unidad	Total medición	Precio unitario	Importe Euros
1.1	CASCO DE SEGURIDAD HOMOLOGADO.	Ud	45	3,23	145,35
1.2	PANTALLA PARA PROTECCIÓN CONTRA PARTÍCULAS, HOMOLOGADA.	Ud	40	6,34	253,60
1.3	PROTECTORES AUDITIVOS, HOMOLOGADOS.	Ud	45	2,56	115,20
1.4	GAFAS CONTRA IMPACTOS, HOMOLOGADAS.	Ud	45	12,5	562,50
1.5	MASCARILLA ANTIPOLVO, HOMOLOGADA.	Ud	45	1,67	75,15
1.6	FILTRO RECAMBIO MASCARILLA, HOMOLOGADO.	Ud	225	0,56	126,00
1.7	CHALECO REFLECTANTE.	Ud	45	7,89	355,05
1.8	CINTURON ANTIVIBRATORIO, HOMOLOGADO.	Ud	15	13,78	206,70
1.9	FAJA ELÁSTICA PARA PROTECCIÓN DE SOBRESFUERZOS, HOMOLOGADA.	Ud	40	14,67	586,80
1.10	PAR DE GUANTES AISLANTES PARA ELECTRICISTA, HOMOLOGADOS.	Ud	3	4,56	13,68
1.11	PAR DE GUANTES DE GOMA.	Ud	40	3,67	146,80
1.12	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL.	Ud	45	3,23	145,35
1.13	PAR DE BOTAS DE AGUA, HOMOLOGADAS.	Ud	45	19,9	895,50
1.14	PAR DE BOTAS DE SEGURIDAD CON PUNTERA Y PLANTILLAS METÁLICAS, HOMOLOGADAS.	Ud	45	23,67	1.065,15
1.15	PAR DE BOTAS AISLANTES PARA ELECTRICISTA, HOMOLOGADAS.	Ud	3	34,67	104,01
1.16	CINTURÓN DE SEGURIDAD CLASE C (PARACAIDAS), HOMOLOGADO.	Ud	12	78,9	946,80
<b>TOTAL EUROS:</b>					<b>5.743,64</b>

CAP. 2- PROTECCIONES COLECTIVAS					
Nº Orden	Descripción	Unidad	Total medición	Precio unitario	Importe Euros
2.1	PUNTO DE ANCLAJE FIJO.	Ud	40	12,74	509,60
2.2	CAMIÓN DE RIEGO, INCLUIDO EL CONDUCTOR.	H	36	34,86	1.254,96
2.3	TAPÓN DE PRESIÓN DE MATERIAL PLÁSTICO (SETA) PARA PROTECCIÓN DE ESPERAS DE FERRALLA, CONSIDERANDO 10 PUESTAS.	Ud	800	0,23	184,00
2.4	TACO DE INMOVILIZACIÓN DE VEHÍCULOS A COLOCAR EN LAS RUEDAS, CONSISTENTE EN UNA CUÑA DE MADERA.	Ud	100	0,83	83,00
2.5	TOPE DE FINAL DE RECORRIDO PARA CAMIONES, FORMADO POR CALZOS DE MADERA, INCLUIDA LA COLOCACIÓN.	Ud	10	33,24	332,40
2.6	VALLA DE CERRAMIENTO ELECTROSOLDADA CON PEANA DE HORMIGÓN, DE 2 M DE ALTURA Y LONGITUD DE MÓDULO DE 3,5 M, CON VARILLAS DE 6 MM, EN CUADRICULAS DE 150 X 150 MM, INCLUSO SISTEMA DE UNIÓN ENTRE VALLAS, COLOCACIÓN Y DESMONTAJE.	M	350	19,38	6.783,00
2.7	LÍNEA HORIZONTAL PARA ANCLAJE Y DESPLAZAMIENTO DE CINTURONES DE SEGURIDAD, CON CUERDA DE POLIAMIDA DE 16 mm DE D Y DISPOSITIVO ANTICAÍDA AUTOBLOCANTE PARA SUJETAR EL CINTURÓN DE SEGURIDAD Y CON EL DESMONTAJE INCLUIDO.	M	640	9,41	6.022,40
				<b>TOTAL EUROS:</b>	<b>15.169,36</b>

CAP. 3- SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO					
Nº Orden	Descripción	Unidad	Total medición	Precio unitario	Importe Euros
3.1	CONO DE PLÁSTICO REFLECTANTE DE 75 CM DE ALTURA.	Ud	55	14,64	805,20
3.2	CARTEL INDICATIVO DE RIESGO DE 0,30 X 0,30 m CON SOPORTE METÁLICO DE HIERRO GALVANIZADO 80 X 40 X 2 mm Y 1,3 m DE ALTURA, INCLUSO APERTURA DE POZO, HORMIGONADO, COLOCACIÓN Y DESMONTADO.	Ud	15	55,88	838,20
3.3	CARTEL INDICATIVO DE RIESGO DE 0,30 X 0,30 M, SIN SOPORTE METÁLICO, INCLUSO COLOCACIÓN Y DESMONTAJE.	Ud	20	36,41	728,20
3.4	VALLA DE OBRA DE 800 X 200 mm DE UNA BANDA CON TRÍPODE, TERMINACIÓN PINTURA NORMAL DOS COLORES ROJO Y BLANCO, INCLUSO COLOCACIÓN Y DESMONTAJE.	Ud	60	4,65	279,00
3.5	PÓRTICO PROTECCIÓN DE LÍNEAS ELÉCTRICAS.	Ud	2	401,93	803,86
3.6	VALLA AUTÓNOMA METÁLICA DE 2,5 m DE LONGITUD PARA CONTENCIÓN DE PEATONES NORMALIZADA, INCLUSO COLOCACIÓN Y DESMONTAJE.	Ud	15	15,11	226,65
3.7	MALLA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD CON TRATAMIENTO ULTRAVIOLETA, COLOR NARANJA, DE 1 M DE ALTURA, TIPO STOPPER. INCLUSO COLOCACIÓN Y DESMONTAJE.	M	700	2,08	1.456,00
<b>TOTAL EUROS:</b>					<b>5.137,11</b>

CAP. 4- PROTECCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA					
Nº Orden	Descripción	Unidad	Total medición	Precio unitario	Importe Euros
4.1	ARMARIO TIPO PLT2 DE DOS CUERPOS Y HASTA 26 KW CON PROTECCIÓN, COMPUESTO POR: DOS ARMARIOS PARA UN ABONADO TRIFASICO; BRIDA DE UNIÓN DE CUERPOS; CONTADOR ACTIVA 30-90A; CAJA IPC-4M PRACTICABLE; INT. GEN.AUT.4P 40A-U; IGD.4P 40A 0,03A; INT.GEN.DIF.2P 40A 0,03A; INT.AUT.4P 32A-U; INT.AUT.3P 32A-U; INT.AUT.3P 16A-U; INT.AUT.2P 32A-U; 2INT.AUT.16A-U; TOMA DE CORRIENTE PRISINTER C/INTERRUPTOR IP 447,3P+N+T 32A CON CLAVIJA; TOMA PRISINTER IP 447,3P+T 32A C/C; TOMA PRISINTER IP 447,3P+T 16A C/C; DOS TOMAS PRISINTER IP 447,2P+T 16A C/C; CINCO BORNAS DIN 25 MM2., I/P.P DE CANALETA, BORNA TIERRA, CABLEADO Y RÓTULOS TOTALMENTE INSTALADO.	Ud	1	2211,07	2.211,07
4.2	ARMARIO TIPO PLT2 DE DOS CUERPOS Y HASTA 26KW CON PROTECCION, COMPUESTO POR: DOS ARMARIOS PARA UN ABONADO TRIFASICO; BRIDA DE UNIÓN DE CUERPOS; CONTADOR ACTIVA 30-90A; CAJA IPC-4M PRACTICABLE; INT. GEN.AUT.4P 40A-U; IGD.4P 40A 0,03A; INT.GEN.DIF.2P 40A 0,03A; INT.AUT.4P 32A-U; INT.AUT.3P 32A-U; INT.AUT.3P 16A-U; INT.AUT.2P 32A-U; 2INT.AUT.16A-U; TOMA DE CORRIENTE PRISINTER C/INTERRUPTOR IP 447,3P+N+T 32A CON CLAVIJA; TOMA PRISINTER IP 447,3P+T 32A C/C; TOMA PRISINTER IP 447,3P+T 16A C/C; DOS TOMAS PRISINTER IP 447,2P+T 16A C/C; CINCO BORNAS DIN 25 MM2., I/P.P DE CANALETA, BORNA TIERRA, CABLEADO Y RÓTULOS TOTALMENTE INSTALADO.	Ud	2	212,17	424,34
4.3	CUADRO DE OBRA PARA MAQUINARIA Y ALUMBRADO.	Ud	2	1238,53	2.477,06
4.4	INSTALACIÓN DE TOMA DE TIERRA COMPUESTA POR CABLE, ELECTRODO CONECTADO A TIERRA EN MASAS METÁLICAS, ETC., INCLUIDA LA INSTALACIÓN.	Ud	4	209,33	837,32
<b>TOTAL EUROS:</b>					<b>5.949,79</b>

<b>CAP. 5- PROTECCIONES CONTRA EL FUEGO</b>					
<b>Nº Orden</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Total medición</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Importe Euros</b>
5.1	EXTINTOR DE POLVO POLIVALENTE, INCLUSO SOPORTE, COLOCADO.	Ud	20	62,51	1.250,20
5.2	TRAJE IGNÍFUGO DE ACERCAMIENTO PARA DOS USOS.	Ud	1	439,58	439,58
5.3	PAR DE POLAINAS PARA LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS.	Ud	2	33,39	66,78
5.4	PAR DE GUANTES PARA LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS.	Ud	2	41,98	83,96
5.5	CUBRECABEZAS PARA LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS.	Ud	2	20,03	40,06
<b>TOTAL EUROS:</b>					<b>1.880,58</b>

CAP. 6- INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR					
Nº Orden	Descripción	Unidad	Total medición	Precio unitario	Importe Euros
6.1	ALQUILER DE COMEDOR DE OBRA PREFABRICADO, AISLAMIENTO INTERIOR, REVESTIMIENTOS, TABLERO MELAMINADO EN PAREDES, CARPINTERIA DE MADERA, VENTANAS DE ALUMINIO ANODIZADO CON PERSIANAS CORREDERAS DE PROTECCIÓN, INCLUSO INSTALACIÓN ELÉCTRICA CON DISTRIBUCIÓN INTERIOR DE ALUMBRADO Y FUERZA CON TOMA EXTERIOR A 220 V. TOTALMENTE EQUIPADO.	Mes	16	103,45	1.655,20
6.2	ALQUILER DE VESTUARIOS DE OBRA PREFABRICADOS, AISLAMIENTO INTERIOR, REVESTIMIENTO EN PAREDES, CARPINTERÍA DE MADERA Y VENTANAS DE ALUMINIO ANODIZADO CON PERSIANAS CORREDERAS DE PROTECCIÓN, INCLUSO INSTALACIÓN ELÉCTRICA CON DISTRIBUCIÓN INTERIOR DE ALUMBRADO Y FUERZA CON TOMA EXTERIOR A 220 V. TOTALMENTE EQUIPADO.	Mes	16	78,75	16,00
6.3	ALQUILER DE ASEOS DE OBRA PREFABRICADOS, AISLAMIENTO INTERIOR, REVESTIMIENTOS EN PAREDES, CARPINTERÍA DE MADERA, VENTANAS DE ALUMINIO ANODIZADO CON PERSIANAS CORREDERAS DE PROTECCIÓN, CON INODOROS, DUCHAS, Y LAVABOS CON TRES GRIFOS Y TERMO ELÉCTRICO EN NÚMERO SEGÚN PLIEGO DE CONDICIONES. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA A CON TUBERÍAS DE POLIBUTILENO E INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA CORRIENTE MONOFÁSICA DE 220 V PROTEGIDA CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO. TOTALMENTE EQUIPADO.	Mes	16	107,56	1.720,96
6.4	ALQUILER DE EDIFICIO DE BOTIQUÍN DE OBRA PREFABRICADO, AISLAMIENTO INTERIOR, REVESTIMIENTO DE TABLERO MELAMINADO EN PAREDES, CARPINTERÍA DE MADERA, VENTANAS DE ALUMINIO ANODIZADO CON PERSIANAS CORREDERAS DE PROTECCIÓN, INCLUYENDO UN LAVABO, UN INODORO Y UNA DUCHA, INSTALACIÓN DE FONTANERÍA CON TUBERÍAS DE POLIBUTILENO E INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA CORRIENTE MONOFÁSICA DE 220 V PROTEGIDA CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO. TOTALMENTE EQUIPADO.	Mes	8	67,89	1.720,96
6.5	ACOMETIDA PROVISIONAL DE ELECTRICIDAD A CASETAS DE OBRA.	Ud	7	119,67	543,12
6.6	ACOMETIDA PROVISIONAL DE FONTANERÍA A CASETAS DE OBRA.	Ud	7	102,6	718,20
6.7	ACOMETIDA PROVISIONAL DE SANEAMIENTO A CASETAS DE OBRA.	Ud	7	134,67	942,69
<b>TOTAL EUROS:</b>					<b>7.317,13</b>



<b>CAP. 7- MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS</b>					
<b>Nº Orden</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Total medición</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Importe Euros</b>
7.1	BOTIQUÍN GENERAL Y MATERIAL SANITARIO INSTALADO EN OBRA.	Ud	3	77,91	233,73
7.2	REPOSICIÓN DE MATERIAL DE BOTIQUÍN DE OBRA.	Ud	3	41,54	124,62
7.3	CAMILLA PORTÁTIL PARA EVACUACIONES, COLOCADA.	Ud	3	136,97	410,91
<b>TOTAL EUROS:</b>					<b>769,26</b>

<b>CAP. 8- INFORMACIÓN Y FORMACIÓN</b>					
<b>Nº Orden</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Total medición</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Importe Euros</b>
8.1	FORMACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD, REALIZADA POR UN ENCARGADO.	H	192	23,56	4.523,52
<b>TOTAL EUROS:</b>					<b>4.523,52</b>

<b>RESUMEN DEL PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>		
<b>CAP. 1</b>	<b>PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>	<b>5.743,64</b>
<b>CAP. 2</b>	<b>PROTECCIONES COLECTIVAS</b>	<b>15.169,36</b>
<b>CAP. 3</b>	<b>SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO</b>	<b>5.137,11</b>
<b>CAP. 4</b>	<b>PROTECCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>	<b>5.949,79</b>
<b>CAP. 5</b>	<b>PROTECCIONES CONTRA EL FUEGO</b>	<b>1.880,58</b>
<b>CAP. 6</b>	<b>INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR</b>	<b>7.317,13</b>
<b>CAP. 7</b>	<b>MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS</b>	<b>769,26</b>
<b>CAP. 8</b>	<b>INFORMACIÓN Y FORMACIÓN</b>	<b>4.523,52</b>
<b>TOTAL EUROS:</b>		<b>46.490,39</b>

**4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL**

<i>CAPÍTULO: 1.1</i>	<i>CIMENTACIONES</i>	29.962,54 EUROS
<i>CAPÍTULO: 1.2</i>	<i>POSTES, PÓRTICOS Y SILLETAS</i>	87.571,62 EUROS
<i>CAPÍTULO: 1.3</i>	<i>EQUIPOS DE CATENARIA</i>	56.713,86 EUROS
<i>CAPÍTULO: 1.4</i>	<i>CONDUCTORES DE CATENARIA</i>	147.595,98 EUROS
<i>CAPÍTULO: 1.5</i>	<i>FEEDERS, CABLES DE RETORNO</i>	41.238,67EUROS
<i>CAPÍTULO: 1.6</i>	<i>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</i>	49.490,39 EUROS

**TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL: 409.573,06 EUROS**

*EL PRESENTE PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL ASCIENDE A LA EXPRESADA CANTIDAD DE:*

**CUATROCIENTOS NUEVE MIL QUINIENTOS SETENTA Y TRES EUROS CON SEIS CENTIMOS**

**5. PRESUPUESTO TOTAL**

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL:	409.573,06 EUROS
GASTOS GENERALES 13%:	53.244,49 EUROS
BENEFICIO INDUSTRIAL 6%	24.574,38 EUROS
PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA:	487.391,94 EUROS
IVA: 21%	102.352,31 EUROS
<b>TOTAL PRESUPUESTO:</b>	<b>511.925,36 EUROS</b>

*EL PRESENTE PRESUPUESTO TOTAL ASCIENDE A LA EXPRESADA CANTIDAD DE:*

***QUINIENTOS ONCE MIL NOVECIENTOS VEINTICINCO EUROS CON TREINTA Y SEIS EUROS.***

Febrero de 2016

EL ALUMNO AUTOR DEL PROYECTO

Alfonso Argüeso Lopez

*Nota: El Presupuesto no incluye Seguros, Costes de certificación y visado.*

**TÍTULO: PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.**

---

## **ANEXO: ESTUDIO SEGURIDAD Y SALD**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: FEBRERO DE 2016**

**AUTOR: EL ALUMNO**

**Fdo.: ALFONSO ARGÜESO LOPEZ**

<b>1. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1. OBJETO</b> .....	<b>4</b>
<b>1.2. AMBITO DE APLICACIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3.1. DATOS DE LA OBRA</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3.1.1. Emplazamiento y situación actual</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3.1.2. Presupuesto obra</b> .....	<b>6</b>
<b>1.3.1.3. Presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud</b> .....	<b>6</b>
<b>1.3.1.4. Propiedad de la obra / Promotor</b> .....	<b>6</b>
<b>1.3.1.5. Autor del proyecto y del estudio de seguridad y salud</b> .....	<b>6</b>
<b>1.3.1.6. Plazo de ejecución</b> .....	<b>6</b>
<b>1.3.1.7. Número de trabajadores</b> .....	<b>7</b>
<b>1.3.2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA</b> .....	<b>7</b>
<b>1.3.2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE LA OBRA</b> .....	<b>7</b>
<b>1.3.2.2. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS</b> .....	<b>9</b>
<b>1.3.2.2.1. Afecciones a líneas de ferrocarril</b> .....	<b>10</b>
<b>1.3.2.3. IMPLANTACIÓN E INSTALACIONES DE OBRA</b> .....	<b>15</b>
<b>1.3.2.3.1. Control y Accesos a obra</b> .....	<b>15</b>
<b>1.3.2.3.2. Instalaciones de higiene y bienestar</b> .....	<b>16</b>
<b>1.3.2.3.3. Acopios y almacenes</b> .....	<b>17</b>
<b>1.3.2.4. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA</b> .....	<b>20</b>
<b>1.4. PLANIFICACIÓN PREVENTIVA DE LA OBRA</b> .....	<b>21</b>
<b>1.4.1. METODOLOGÍA EMPLEADA EN LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS</b> .....	<b>21</b>
<b>1.4.2. EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN PREVENTIVA APLICABLE A LAS UNIDADES CONSTRUCTIVAS DE OBRA</b> .....	<b>24</b>
<b>1.4.2.1. Trabajos en entornos ferroviarios</b> .....	<b>24</b>
<b>1.4.2.2. Instalaciones de obra</b> .....	<b>30</b>
<b>1.4.2.3. Movimiento de tierras</b> .....	<b>36</b>
<b>1.4.2.4. Excavación en zanja</b> .....	<b>42</b>
<b>1.4.2.5. Izado de cargas por medios mecánicos</b> .....	<b>57</b>
<b>1.4.2.6. Manipulación de cargas por medios manuales</b> .....	<b>62</b>
<b>1.4.2.7. Cimentación y hormigonado de postes</b> .....	<b>67</b>
<b>1.4.2.8. Premontajes</b> .....	<b>74</b>

<b>1.4.2.9 Izado y aplomado de postes</b> .....	78
<b>1.4.2.10 Montaje de pórticos rígidos y silletas</b> .....	82
<b>1.4.2.11 Enclavamiento y telemando</b> .....	85
<b>1.4.2.12 Tendido de cables, empalmes y conexionado de equipo</b> .....	88
<b>1.4.2.13 Tendido de cables en zanjas</b> .....	91
<b>1.4.2.14 Tendido de cables en canalización</b> .....	94
<b>1.4.2.15. Maquinaria de obra</b> .....	98
<b>1.4.2.16. Dumper</b> .....	101
<b>1.4.2.17 Maquinaria de elevación</b> .....	103
<b>1.4.2.18. Castillete sobre vehículo vía</b> .....	107
<b>1.4.3. PLANIFICACIÓN PREVENTIVA APLICABLE AL RIESGO DE DAÑOS A TERCEROS</b> .....	111
<b>1.5.FORMACIÓN E INFORMACIÓN</b> .....	113
<b>1.6 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS</b> .....	115
<b>1.6.1 Botiquines</b> .....	115
<b>1.6.2 Asistencia a los accidentados</b> .....	115
<b>1.6.3. Reconocimiento médico reglamentario</b> .....	116
<b>1.7 SERVICIO DE PREVENCIÓN</b> .....	116
<b>1.7.1 RECURSOS PREVENTIVOS EN OBRA</b> .....	116
<b>1.8 SUBCONTRATACIÓN</b> .....	121

## **1. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **1.1. OBJETO**

Este Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo, establece, durante la ejecución de la obra, las medidas a tomar respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Tiene el objeto de cumplir con el Real Decreto 1627/1.997, de 24 de Octubre, Disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud dentro de las Obras de Construcción, por el cual en su Cap. II, artículo 7, apartados 1 al 5, la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo por parte de la Empresa Constructora como adaptación, a su sistema de ejecución, del Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo, o en su caso, del Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Todas las actividades a ejecutar deberán estar contempladas en el Estudio de Seguridad y Salud, no estando permitido el inicio de aquellos tajos que no estén contemplados en dicho Estudio y no tengan establecidas las medidas preventivas específicas. Estas actividades se deberán prever con suficiente antelación para elaborar, si fuera necesario, las correspondientes actualizaciones del Estudio de Seguridad y Salud, que deberán disponer del Informe Favorable del Coordinador de Seguridad y Salud antes de proceder al inicio de dichos trabajos. Estos dos documentos junto con una copia de la actualización del Estudio se presentarán en la ITSS de manera previa al comienzo de los trabajos recogidos en dicha actualización.

## **1.2. AMBITO DE APLICACIÓN**

El presente Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo tiene vigencia a partir del momento en que se produzca su aprobación por parte del Promotor, previo informe favorable del Coordinador de Seguridad y de Salud en fase de ejecución.

Todas las variaciones o ampliaciones al Estudio de Seguridad y Salud se someterán a la aprobación del promotor, previo informe favorable del Coordinador de Seguridad y Salud.

El ámbito de aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo no se extiende a otras empresas contratadas directamente por la Propiedad, amén de sus posibles subcontratas que deban efectuar sus trabajos en el mismo recinto de obra de ejecución del tramo de ferrocarril de Alta Velocidad Taboadela - Seixalbo (Ourense) de la Línea de AVE Madrid-Galicia.

## **1.3. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA**

### **1.3.1. DATOS DE LA OBRA**

#### **1.3.1.1. Emplazamiento y situación actual**

El tramo "Taboadela - Seixalbo" que nos ocupa se desarrolla entre los PP.KK. 0+000 y 2+689 del trazado previsto, dando continuidad a los tramos "Ponte Ambía - Taboadela", en el inicio, y "Seixalbo – Túnel de Montealegre", en el final. El trazado, de 2689 m de longitud, se sitúa a unos 5 km al sur de la ciudad de Ourense, en su inicio atravesando terrenos pertenecientes a los términos municipales de Taboadela, San Cibrao Das Viñas y Ourense, provincia de Ourense, en la Comunidad Autónoma de Galicia.

El tramo discurre por un medio rural con pequeñas localidades y agrupaciones de viviendas aisladas (Espíñeiro, Mesón de Calvos, Santa Leocadia y Rante), con una mayor densidad de viviendas en las zonas menos abruptas del trazado (básicamente la parte inicial del tramo) y un medio más rural de prados y monte



de pinos y robledales con amplias zonas de matorral en las zonas de mayor relieve correspondientes a la parte intermedia del tramo (alrededores de Rante). Así mismo, en la parte final del tramo destacan los núcleos de población de Seixalbo, Bemposta y Zaín, con una mayor densidad de viviendas, y otras construcciones, formando un medio periurbano, a mayor proximidad de la ciudad de Ourense y un medio más rural de prados y monte de pinos y castaños con mucho monte bajo en las zonas de mayor relieve correspondientes a la parte intermedia del tramo (alrededores del río Barbaña).

#### **1.3.1.2. Presupuesto obra**

El presupuesto de ejecución material de la obra asciende a 409.573,06 (€) euros.

#### **1.3.1.3. Presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud**

El presupuesto de seguridad y salud del proyecto de la obra asciende a 46.490,39 (€) euros.

#### **1.3.1.4. Propiedad de la obra / Promotor**

Las obras se ejecutan por encargo del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF).

#### **1.3.1.5. Autor del proyecto y del estudio de seguridad y salud**

El proyecto ha sido redactado por:

D. Alfonso Argüeso López.

El estudio de seguridad y salud ha sido redactado por:

D. Alfonso Argüeso López.

#### **1.3.1.6. Plazo de ejecución**

Se ha estimado un plazo de ejecución de las obras de 11 meses.

### **1.3.1.7. Número de trabajadores**

En base a la planificación de la obra se prevé un número máximo de 74 trabajadores con una media de 52 simultáneos.

### **1.3.2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA**

#### **1.3.2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE LA OBRA**

Las instalaciones desarrolladas en el presente proyecto son las siguientes:

- Línea aérea de contacto tipo C-350.

El sistema de línea aérea de contacto comprende:

- Los postes de catenaria y feeder a ambos lados de las vías y soportes auxiliares que lo componen, así como las cimentaciones para la fijación de los mismos.

Las obras objeto de este proyecto se sitúan a lo largo de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Galicia y entre los siguientes puntos kilométricos del proyecto:

- Inicio del proyecto: p.k. 0/000 del Proyecto de Construcción de Plataforma del Corredor Noroeste de Alta Velocidad. Tramo Taboadela-Seixalvo. Corresponde con el p.k. 116/652 absoluto, situado en el término de Taboadela.

- Final del proyecto: se corresponden con p.k. 125/886 absoluto, situado en el término de Seixalbo

La solución adoptada para el presente proyecto es la instalación de un sistema de línea aérea de contacto tipo C-350 con catenaria compensada apta para los requerimientos de la instalación cuyas características más relevantes son las siguientes:

- Sistema de catenaria simple poligonal atirantada en todos los perfiles, vertical, sin flecha en el hilo de contacto y formada por un sustentador, un hilo de contacto y péndolas equipotenciales, compensada mecánicamente

y apta para circular a 350 km/h, que satisfagan los requerimientos de normativa para este tipo de líneas y en particular la E.T.I. del subsistema energía y la norma UNE EN – 50119 para la velocidad de circulación de 350 km/h.

- Sistema de alimentación a la catenaria: c.a. 2 x 25 kV 50 Hz. Tensión nominal del sistema 25 kV, según UNE EN50163.
- Sistema de retorno de tracción con cable de retorno y carril principal de retorno.
- La velocidad de diseño de la catenaria es de 350 km/h.
- Se adopta como gálibo el gálibo cinemático GC (de acuerdo con la norma UNE-EN- 15.273. Aplicaciones ferroviarias. Gálibos).
- La catenaria es apta para su empleo en una línea tipo Ic, es decir Frecuencia de trenes cada seis minutos por sentido.

El sistema de línea aérea de contacto tipo C-350 que se adopta se compone de las siguientes partes:

- Catenaria propiamente dicha: formada por un cable sustentador, un hilo de contacto y péndolas equipotenciales.
- Elementos de sustentación: cimentaciones, ménsulas, postes y pórticos.
- Elementos de conexión: seccionadores, cables.
- Circuito de retorno.
- Protecciones.

Las características generales del sistema son las siguientes:

Características geométricas:

- Altura del hilo de contacto nominal 5,3 m

Descentramiento del hilo de contacto:

- Máximo por efecto del viento transversal: 400 mm
- Nominal: +/- 0,2 m

- En agujas y seccionamientos: +/- 0,3m

Vano

- Máximo en vía general 64 m

El vano normal entre apoyos atenderá a:

- Criterios de descentramiento
- Tense radial mínimo y máximo
- Desplazamiento lateral máximo producido por el viento
- Obstáculos o puntos singulares (pasos superiores, desvíos, etc)
- Variación máxima de longitud entre vanos consecutivos 10 m
- Longitud mínima de péndola: 0,25 m

Distancia de colocación de postes entre eje de vía y eje de poste:

- Nominal: 3,35m
- Mínima (por interferencia con canaleta) 3,15m

### **1.3.2.2. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS**

Antes de iniciar los trabajos, se realizará una prospección del lugar, para determinar las infraestructuras, servicios, etc., que pudieran verse afectados por las obras. Se recabará toda la información necesaria relativa a las posibles conducciones subterráneas que pudieran existir y afectar al desarrollo de las obras (eléctricas, de telefonía, de agua, de abastecimiento etc.).

Se solicitará autorización a las distintas compañías suministradoras o al Ayuntamiento, en su caso, para poner fuera de servicio o anular aquellas instalaciones que puedan causar interferencias con los trabajos a realizar.

Con toda esta información se podrán adoptar medidas de control tendentes a evitar riesgos como los de asfixia, incendio, explosión, electrocución, inundaciones y derrumbamientos.

Debe tenerse en cuenta a este respecto la nota interna de ADIF de 13 de septiembre de 2010 sobre “Seguridad en la proximidad de líneas eléctricas”.

### 1.3.2.2.1. Afecciones a líneas de ferrocarril

Normas de comportamiento y equipo de los trabajadores (NRV.7.0.1.0):

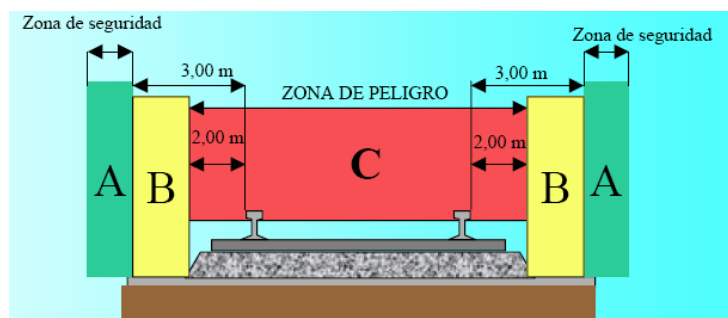
Cada equipo de trabajadores que intervengan en los trabajos quedará bajo la autoridad de un responsable de su seguridad.

Los operarios estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de la obligación que tienen de cumplir las indicaciones referentes a la seguridad que comunique el piloto y el propio responsable de seguridad.

Todos ellos tienen obligación ineludible de dejar la vía libre en el momento de percibir la señal de aviso de llegada de circulaciones, retirar los útiles y herramientas que les hayan sido encomendados y dejar las vías sin obstáculos a la circulación de los trenes.

Deben ponerse a resguardo en los lugares que se les designe y no reanudar el trabajo hasta percibir la orden del responsable de seguridad.

Los regímenes de trabajo en la vía e instalaciones y las correspondientes necesidades de piloto de seguridad en la circulación, según las prescripciones del Reglamento General de Circulación y las zonas de trabajo se desarrollan a continuación (según N.R.V. 7.0.1.0.):



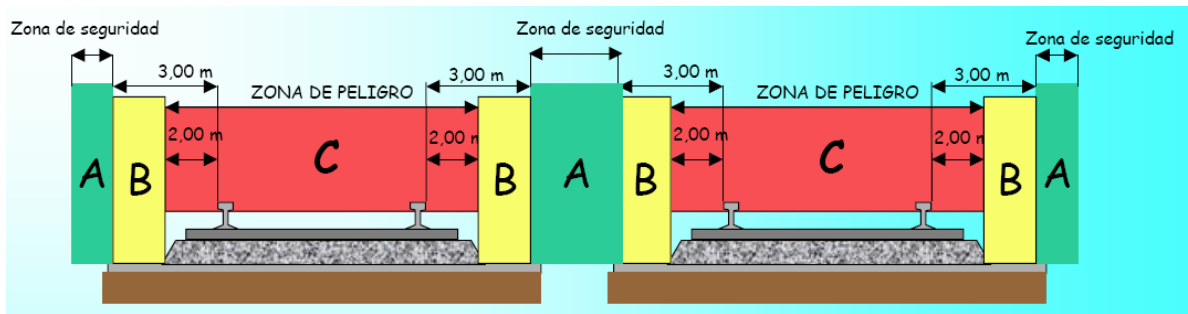


Figura 1.3.2.2.1.1 Distancias de seguridad a la vía

ZONA A. Trabajos fuera de Riesgo.

ZONA B. Trabajos comprendidos entre la Zona de Peligro y la Zona de Seguridad para las circulaciones.

ZONA C. Trabajos dentro de la Zona de Peligro en vía.

DENTRO DE LA ZONA A, los trabajos que en ella se ejecuten estarán sometidos a las siguientes normas genéricas:

Vía única con circulación normal de trenes:

No se precisan funciones de pilotaje, salvo que circunstancias excepcionales de la obra aconsejen su necesidad, a criterio del Director de obra y del Encargado de Trabajos.

Se advertirá a todos los trabajadores la prohibición de rebasar la Zona de Seguridad para las circulaciones, instalándose la señalización que corresponda.

Vía doble o múltiple con circulación normal de trenes:

Si los trabajos se efectúan en la zona más externa de las vías, o en la zona interna existiendo entre ambas una separación mayor de 6,00 metros se aplicará lo descrito en el apartado de vía única.

Si los trabajos se efectúan en la zona interior del conjunto de vías, existiendo entre ambas una separación menor de 6,00 metros, se aplicarán las prescripciones correspondientes a la zona de peligro o riesgo, según la distancia existente entre ambas.

EN LA ZONA B, se distingue:

Vía única con circulación normal de trenes

Para  $V > 160$  km/h o cuando las circunstancias de la obra aconsejen su necesidad, o en su defecto cuando lo exija el Director de Obra o el Encargado de los Trabajos, será obligatoria la existencia de Piloto, salvo en los trabajos de colocación de señales de limitación de velocidad y de mantenimiento y reparación en los postes de electrificación y de señales, debiendo preverse por parte del responsable de los trabajos, un agente del propio equipo que se encargará de avisar de cualquier llegada de las circulaciones, estando previamente informado de la situación de las mismas.

Para  $V < 60$  km/h no se precisan funciones de pilotaje, salvo cuando las circunstancias de la obra aconsejen su necesidad o, en su defecto, cuando lo exija el Director de Obra o el encargado de los trabajos.

Se advertirá a todos los trabajadores la prohibición de rebasar la zona de peligro o riesgo (según la velocidad de las circulaciones), instalándose la señalización o protección correspondiente.

Vía doble o múltiple con circulación normal de trenes

Si los trabajos se efectúan en la zona externa al conjunto de las vías, o en la zona interna, existiendo entre ambas una separación mayor de 4,00 metros se aplicará el punto anterior.

Si los trabajos se efectúan en la zona interior del conjunto de las vías, existiendo entre ambas una separación menos de 4,00 metros se aplicarán las prescripciones correspondientes a la zona de peligro.

EN LA ZONA C, cabe distinguir los siguientes casos:

#### 1. Trabajos en vía doble.

Queda terminantemente prohibido una vez dada la señal de aviso de llegada de un tren PERMANECER O CRUZAR LA ENTREVÍA.

En caso de ser necesario, y que lo solicite la Administración ferroviaria, en las tareas en vía doble se solicitará permiso a dicha Administración para marcar el gálibo de la entrevía, mediante varillas de acero con banderines u otro procedimiento similar.

En los trabajos con maquinaria pesada en doble vía o en estaciones con alguna vía en servicio, se bloquearán las puertas de la cabina del lado de la vía con circulaciones.

#### 2. Trabajos con dos o más vías.

Paradas de máquinas en zonas de escasa entrevía. Gálibo a respetar.

Cuando se trabaje en una vía fuera de servicio con cualquier tipo de maquinaria y las de los lados estén en circulación será obligatorio localizar y señalar visiblemente para el personal las zonas de escasa entrevía, al objeto de que la maquinaria al paso de cualquier tren no este parada en esos puntos y pueda interceptar el gálibo de carga.

Obligaciones del jefe de tajo (encargado o capataz).

El jefe de tajo informará a los trabajadores a su cargo de los riesgos que implica su trabajo y de la forma más segura de ejecutarlo.



El encargado de ejecutar los trabajos dispondrá de un vehículo para el traslado de personal, teléfono móvil, extintor de incendios portátil y botiquín de primeros auxilios.

En aquellos casos en que sea necesario, se encargará de que se delimite la zona de trabajo mediante cinta de balizamiento situada en la entrevía o marcando el gálibo de vía.

Previamente al inicio de los trabajos, el responsable de los mismos establecerá los lugares de tránsito del personal en la obra y los estacionamientos que mejores condiciones ofrezcan

### 3. Vía doble o en estaciones:

Se procurará apartarse siempre a la cuneta de la vía de trabajo, nunca en la entrevía o en la cuneta de la vía con circulaciones.

Las herramientas se depositaran en la cuneta, nunca en la entrevía.

Los motores y en consecuencia todos los órganos móviles de la pequeña maquinaria se encontrarán parados cuando se proceda a su retirada de la vía o transporte.

Si no es posible dejar libre de obstáculos la zona de vía, se respetará como mínimo el gálibo de Obra

Si por necesidades del trabajo las brigadas han de subdividirse, el Jefe de tajo designará la persona más idónea al mando del nuevo grupo, que ejercerá las mismas funciones que el jefe de tajo sobre la seguridad del personal y la maquinaria.

### 4. Vía única con circulación normal de los trenes:

Será obligatoria la existencia de piloto de seguridad en la circulación. En el caso de compatibilidad, el Encargado de los trabajos podrá sumir las funciones de piloto de seguridad en la circulación.

Se instalarán los cartelones de "Silbar obreros" a las distancias reglamentarias

Previamente al inicio de las obras, se estudiará la correspondiente el establecimiento de las limitaciones de velocidad.

Se incluirán los trabajos en las Actas de Trabajos o peticiones extraordinarias de trabajos.

5. Vía única con interrupción de la circulación:

No se precisan funciones de pilotaje.

En materia de tiempos de reacción, debe tenerse siempre en cuenta la reducción de los mismos en la zona de peligro, por causa de la velocidad de los trenes, siendo creciente la reducción con el incremento de la velocidad.

### **1.3.2.3. IMPLANTACIÓN E INSTALACIONES DE OBRA**

#### **1.3.2.3.1. Control y Accesos a obra**

Dado el carácter de la obra se llevará a cabo una delimitación perimetral de ésta y quedarán señalizadas y protegidas las áreas de actuación en excavaciones, zonas de acopios, vaciados, zonas de entrada, etc.

El estudio de acción dependerá naturalmente de las actividades desarrolladas en cada una de las fases que integran los trabajos para la adecuación de la infraestructura ferroviaria, pero en general se respetarán siempre las indicaciones básicas de seguridad tales como vigilancia de la obra, correcto almacenamiento de líquidos y gases inflamables, uso de epi's adecuados a los trabajos, buenas condiciones y mantenimiento de equipos, presencia de extintores, orden y limpieza, etc....

Se controlará el acceso a obra mediante un sistema de listados de control de personal y maquinaria.

#### **1.3.2.3.2. Instalaciones de higiene y bienestar**

Las instalaciones de personal estarán formadas por casetas prefabricadas dispuestas para su uso como vestuario y comedor, siendo su número acuerdo con los trabajadores presentes a la obra. Tanto vestuario como comedor se dotarán con el mobiliario suficiente para cubrir las necesidades del personal que requiera su uso (mesa y bancos en comedor y taquillas, bancos y perchas en vestuario).

De igual modo, existirán también baños químicos que recibirán un adecuado mantenimiento periódico y lavamanos con agua corriente.

En las inmediaciones de las Instalaciones de Higiene y Bienestar o dentro del recinto del vestuario o comedor se instalará un extintor y un botiquín de primeros auxilios, totalmente equipado, que se repondrá a medida que se vaya haciendo uso de él; ambos estarán señalizados.

Botiquín:

El botiquín será situado en sitio visible y de fácil acceso, colocándose junto al mismo la dirección y teléfono de la mutua de accidentes, así como el del centro asistencial más próximo, médico, ambulancias, protección civil, bomberos y policía, indicándose en un estudio la vía más rápida que comunica la obra en el centro asistencial más próximo.

Los botiquines estarán a cargo de personas capacitadas designadas por la empresa.

Se revisará mensualmente su contenido y se repondrá inmediatamente lo usado.

El contenido mínimo será: antiinflamatorios, agua oxigenada, alcohol de 96°, tintura de yodo, mercurocromo, amoníaco, algodón hidrófilo, gasa estéril, vendas,

esparadrapo, antiespasmódicos, torniquete, bolsas de goma para agua y hielo, guantes esterilizados, jeringuilla, hervidor y termómetro clínico.

#### **1.3.2.3.3. Acopios y almacenes**

Se colocarán señales de identificación de riesgos, prohibido el paso a personal ajeno y se balizará y señalizará.

Se instalarán los diferentes agentes extintores de acuerdo a los tipos de fuego a extinguir.

Mantener el orden y limpieza en estas zonas.

Formar a los trabajadores en el manejo de cargas y posturas que puedan provocar accidentes.

Los acopios de materiales no se realizarán en las inmediaciones de las líneas eléctricas aéreas.

Se mantendrá una distancia, medida en estadios, de 5 m a cada lado de dicha línea eléctrica para establecer acopios. Igualmente, se balizará dicha línea con gálibos de limitación en altura.

En el izado de las piezas prefabricadas se realizará este mediante el auxilio de balancines, siendo revisados con frecuencia los cables que se utilicen para dicho izado, desechándose en cuanto presenten el más mínimo defecto. Se emplearán también ganchos con pestillo de seguridad, llevando marcada su carga máxima admisible.

La grúa o aparato de elevación será adecuado a las cargas que se eleven.

Se instalarán señales de “peligro, paso de cargas suspendidas” bajo los lugares destinados a paso.

Estará terminantemente prohibido trabajar o permanecer bajo cargas suspendidas, en prevención del riesgo de desplome.

Se prepararán zonas de la obra compactadas para facilitar la circulación de camiones de transporte de prefabricados.

Las casetas se acopiarán sobre durmientes dispuestos de tal forma que no se dañen los elementos de enganche para su izado.

El acopio de materiales será estable, evitando derrames o vuelcos, y no superará la altura que para cada situación especifique su suministrador o fabricante. Se prohibirá el acopio de materiales en las proximidades de taludes, de excavaciones, bordes de zanjas, terraplenes, etc. o en cualquier otra situación que aporte una inestabilidad para el acopio.

La altura de los acopios será la definida por el suministrador o fabricante para garantizar su estabilidad. En todo caso, esta altura será tenida en cuenta con posterioridad una vez se precise el transporte o la utilización de los materiales acopiados. En este sentido, no se permitirá que los trabajadores se encaramen sobre alturas de material acopiado en la medida en que la situación comentada implique que los trabajadores se vean expuestos a riesgo de caída al mismo o distinto nivel.

En el caso de que no se dispusiera de alcance suficiente desde el apoyo sobre el terreno, los trabajadores harán uso de escaleras de mano. En ningún momento se trepará por los acopios, tanto en su ubicación en el acopio como en los camiones de transporte. Cualquier actuación a realizar para eslingar las piezas se realizará con escaleras de mano.

De igual manera, en el apilado de material se prestará especial cuidado en que no haya elementos que sobresalgan.

En los acopios se tendrá en cuenta la resistencia de la base en la que se asienten, en función del peso de los materiales a acopiar, En función de su

tamaño, los materiales se apilarán de mayor a menor, permaneciendo los más pesados o voluminosos en las zonas bajas.

En todos los acopios se cumplirán las normas en materia de manipulación de cargas e izado y descarga de materiales.

En los elemento acopiados susceptibles de rodar (como por ejemplo tuberías, barras de armado,...) se dispondrán calzos o elementos similares que impidan su desplazamiento.

Otros acopios: sacos en general, aceros, metales, etc.

No se permitirán acopios bajo tendidos eléctricos aéreos.

Cuando sea necesario disponer en obra este tipo de materiales aunque se trate tan sólo de un almacenaje transitorio de hierros en barras o montados en elementos de cierta longitud, se tendrá especial prevención al riesgo de contacto eléctrico que presenta el desplazamiento del acero por los trabajadores de forma manual.

Este trabajo se realizará siempre de forma que las barras de acero se mantengan en posición horizontal y nunca de forma vertical.

Los acopios de papel, cartón, aerosoles, estarán dotados de su respectivo extintor, prohibiendo se fumar y señalizándose tal prohibición. La zona deberá estar señalizada e identificada.

Los restos generados en la obra se dispondrán y señalizará adecuadamente, en contenedores específico para este tipo de residuos, cuya retirada será realizada por un gestor autorizado, quedando terminantemente prohibido realizar quemas de restos en la obra o en sus inmediaciones cuya finalidad sea la eliminación de los residuos.

En ningún la ubicación se realizará en las proximidades de:

- Envases de aire comprimido (oxígeno, acetileno).
- Depósitos de combustibles.
- Zonas de almacenamiento de productos peligrosos, explosivos o inflamables.
- Cuadros eléctricos y centros de transformación.
- Acopios de madera y otros materiales combustibles.
- Zonas boscosas o con especial riesgo de incendio.

#### **1.3.2.4. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA**

Las principales fases de obra que componen el proyecto son las siguientes:

- Operaciones previas
- Señalización de seguridad en zonas de acceso a obra.
- Trabajos de topografía.
- Accesos a obra y control de accesos.
- Orden y limpieza.
- Instalaciones de obra (casetas, almacenes, talleres auxiliares, etc.).
- Carga y descarga de materiales. Acopios.
- Iluminación de los tajos.
- Vallado de obra.
- Instalaciones eléctricas provisionales de obra.
- Movimientos de tierra.
- Excavación en zanja.
- Excavación con medios mecánicos.
- Transporte de material.
- Rellenos localizados.
- Trabajos de manipulación de cargas.
- Izado de cargas por medios mecánicos.

- Manipulación de cargas por medios manuales.
- Trabajos de manipulación de hormigón
- Trabajos de encofrado y desencofrado.
- Trabajos de ferrallado.
- Cimentación y hormigonado de postes.
- Premontajes.
- Izado y aplomado de postes.
- Montaje de pórticos rígidos y silletas.
- Instalaciones ferroviarias
- Enclavamiento y telemando
- Tendido de cables, empalmes y conexionado de equipos.
- Tendido de cables en zanjas.
- Tendido de cables en canalización.
- Conexionado red cables y elementos de campo.
- Ejecución de canalización para cables
- Montaje de canaleta para cables

#### 1.4. PLANIFICACIÓN PREVENTIVA DE LA OBRA

##### 1.4.1. METODOLOGÍA EMPLEADA EN LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Para la evaluación de los riesgos se utiliza el concepto GRADO DE RIESGO (GR), obtenido de la valoración conjunta de la PROBABILIDAD (PB) de que se produzca el daño y la SEVERIDAD (SV) de las consecuencias del mismo.

La materialización de esta evaluación queda reflejada como sigue:

GRADO DE RIESGO (GR)	=	PROBABILIDAD DE QUE SE MATERIALICE (PB)	X	SEVERIDAD DE SUS CONSECUENCIAS (SV)
----------------------------	---	--	---	--



Para estimar la probabilidad, se valorará teniendo en cuenta las características del puesto de trabajo y tareas a ejecutar. La probabilidad de que ocurra el daño puede graduarse, de baja a alta, con el siguiente criterio:

Probabilidad alta: El daño ocurrirá siempre o casi siempre.

Probabilidad media: El daño ocurrirá en algunas ocasiones.

Probabilidad baja: El daño ocurrirá raras veces.

Para determinar la potencial severidad del daño, debe considerarse:

Partes del cuerpo que se verán afectadas

Naturaleza del daño, graduándolo en ligeramente dañino, dañino y extremadamente dañino.

Han sido establecidos cinco niveles de grado de riesgo obtenidos de las diferentes combinaciones de la probabilidad y severidad:

### GRADO DE RIESGO

PROBABILIDAD	SEVERIDAD		
	Alta	Media	Baja
Alta	Muy Alto (MA)	Alto (A)	Moderado (M)
Media	Alto (A)	Moderado (M)	Bajo (B)
Baja	Moderado (M)	Bajo (B)	Muy Bajo (MB)

Tabla 1.4.1.1. Evaluación del riesgo

La evaluación de riesgos estará acompañada de una planificación preventiva con objeto de:

Eliminar o reducir el riesgo, mediante medidas de prevención en el origen, organizativas, de protección colectiva, de protección individual o de formación e información a los trabajadores.

Controlar periódicamente las condiciones, la organización y los métodos de trabajo y el estado de salud de los trabajadores.

Si el grado de riesgo obtenido es alto o muy alto, el sistema de ejecución previsto no será aceptable, debiendo ser analizado en profundidad por el Técnico de Prevención.

Una vez analizados los riesgos y establecidas las medidas preventivas aplicables, las condiciones de la maquinaria, los procedimientos de trabajo, el uso de protecciones colectivas y de protecciones individuales necesarias, se conseguirá bajar el grado de riesgo de las actividades.

La tabla de grado de riesgo será la obtenida después de la aplicación de las medidas preventivas, protecciones colectivas e individuales, de manera que en ningún momento el máximo nivel de riesgo existente sea superior a moderado.

Se considerara que el nivel de riesgo es aceptable siempre que el grado de riesgo resultante sea muy bajo (MB), bajo (B) o moderado (M).

## 1.4.2. EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN PREVENTIVA APLICABLE A LAS UNIDADES CONSTRUCTIVAS DE OBRA

### 1.4.2.1. Trabajos en entornos ferroviarios

A los riesgos propios del entorno, que se mencionan en este apartado, están expuestos todos los trabajadores, independientemente de la actividad que desarrollen, así como el personal de visita.

#### Riesgos más frecuentes

RIESGO	PB	SV	GR
Pisadas sobre objetos.	M	M	M
Golpes contra objetos inmóviles.	M	M	M
Exposición a temperaturas extremas.	M	M	M
Caídas a distinto nivel.	B	M	B
Caídas al mismo nivel.	M	B	B
Contactos eléctricos.	M	M	M
Atropellos por composiciones ferroviarias.	B	A	M
Electrocución por contacto con la catenaria	B	A	M
Inhalación de sustancias tóxicas	B	A	M
Caída en altura	M	M	M

#### Medidas preventivas y Normas de Comportamiento

##### Acceso al entorno ferroviario de ADIF

Todos los trabajos o accesos que se efectúen en zona de seguridad para las circulaciones y su proximidad se realizarán cumpliendo los procedimientos

establecidos por ADIF en su documento "Medidas de Seguridad en la Circulación para los Trabajos en Vía".

#### Trabajos a realizar en la zona de peligro y riesgo

Se cumplirá con la norma de ADIF N.A.V. 7.0.1.0.

En las operaciones a realizar (con o sin maquinaria) en la zona de seguridad (por fuera de los 3 metros a ambos lados de las cabezas exteriores de los carriles) existiendo circulaciones será necesario: colocar a todo lo largo del tajo de trabajo afectado y paralelo a 3 metros desde el borde exterior de la cabeza del carril más próximo (respetando el galibo de la vía con circulación) una banda de protección (malla) que señalice la zona de seguridad e impida el arrollamiento por las circulaciones. Ningún operario ni maquinaria, interferirá en la zona de riesgo sin autorización expresa del encargado de trabajos de ADIF o piloto de seguridad de la contrata

En las operaciones a realizar (con o sin maquinaria) en la zona de peligro y riesgo (3 metros a ambos lados de las cabezas exteriores de los carriles) será necesario: que esté cortada la circulación de los trenes en la vía afectada por los trabajos y la presencia del encargado de trabajos de ADIF o piloto de seguridad de contrata. Está totalmente prohibido permanecer o invadir (personal y/o maquinaria) en esta zona sin la autorización expresa del encargado de trabajos o piloto de seguridad de la contrata.

#### Trabajos con maquinaria en zona de dominio público.

Se prohíbe trabajar en zona de dominio público, con riesgo de invadir la zona de seguridad, si no se dispone de un piloto de seguridad habilitado, quien deberá llevar acreditación suficiente de su competencia profesional a estos efectos.

Comprenden la zona de dominio público los terrenos ocupados por las líneas ferroviarias que formen parte de la Red Ferroviaria de Interés General y una franja

de terreno de ocho metros a cada lado de la plataforma, medida en horizontal y perpendicularmente al eje de la misma, desde la arista exterior.

### Trabajos Nocturnos

En caso de trabajo nocturno, se instalará una iluminación general adecuada a los trabajos a realizar o se dotará a cada operario de linterna frontal y por supuesto, de ropa amarilla de alta visibilidad con reflectantes.

### Normas de Seguridad Generales

Se mantendrá ordenada y limpia la zona de trabajos.

No será permitida la permanencia de personal en el radio de acción de las máquinas.

Queda prohibido acceder a la parte superior de los vehículos o máquinas si estos no disponen de elementos que impidan la caída del personal.

En zonas donde existan montones de balasto o se encuentre suelto, se evitará colocarse en el sentido de proyección de las piedras.

### Normas de Seguridad frente al riesgo de arrollamientos

Toda la maquinaria y el personal que ocupen el gálibo de vía tendrá que ser apartada temporalmente al paso de cualquier circulación o tren de trabajos y de forma definitiva al final del corte de vía, cumpliendo a este respecto las instrucciones que reciban del piloto.

Si por emergencia no puede retirarse más y ve el peligro inminente, tumbese en el suelo mirando al tren.

El lugar de trabajo debe disponer de señales ópticas (silbar obreros, banderines, etc.) y también acústicas (maquinaria: bocina, marcha atrás)

Se prohibirá el cruce de la vía entre topes de vehículos ferroviarios próximos.

En los trabajos con una vía en circulación Encargados de Trabajos de ADIF o en su caso pilotos, avisarán, con tiempo suficiente antes de la llegada de los trenes. El Encargado de Trabajos de ADIF o en su caso, el piloto, comprobará que se ha efectuado la retirada de todo el personal y la maquinaria a una distancia mínima de 3 m. del carril más próximo.

El Encargado de Trabajos de ADIF o, en su caso, el piloto procederá a detener la circulación por la vía afectada, cuando las medidas de seguridad referentes a los operarios y/o maquinaria de obra no se hayan podido cumplir o sean insuficientes.

Todos los trabajos o accesos que se efectúen en la zona de seguridad para la circulación y su proximidad se realizará cumpliendo los procedimientos establecidos por ADIF en su documento "Medidas de Seguridad en la Circulación para los Trabajos en Vía".

Todo trabajo que afecte a la Zona de Seguridad para la Circulación debe realizarse con la presencia y autorización del Encargado de Trabajos de ADIF o Piloto, en su caso, y siempre siguiendo el régimen establecido en el Acta semanal de Trabajos de ADIF, en el Reglamento General de Circulación y la NRV 7.0.1.0.

#### Riesgos de electrocución por contacto con la catenaria.

Todos los trabajos se ejecutarán siguiendo las técnicas y procedimientos establecidos en el RD 614/2001 DE 8 DE JUNIO, SOBRE DISPOSICIONES MÍNIMAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD Y SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES FRENTE AL RIESGO ELÉCTRICO.

Antes de iniciar un trabajo en proximidad de elementos en tensión (riesgo eléctrico), un trabajador autorizado, en el caso de trabajos en baja tensión, o un trabajador cualificado, en el caso de trabajos en alta tensión, determinará la viabilidad del trabajo (según RD 614/2001). En caso de que el trabajo sea viable, se actualizará el Estudio de Seguridad y Salud, no pudiéndose iniciar el trabajo hasta que la actualización disponga de la correspondiente aprobación del Promotor.

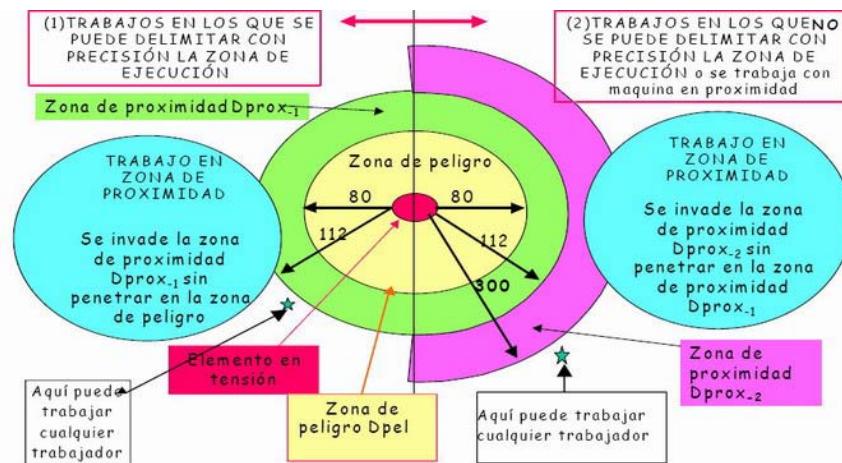


Tabla 1.4.2.1.1 Distancias de peligro a instalaciones eléctricas.

Aplicación de distancias límite de las zonas de trabajo en líneas entre 3 y 6 KV (cm).

Obligaciones del Jefe de tajo (Encargado o Capataz)

El jefe de tajo informará a los trabajadores a su cargo de los riesgos que implica su trabajo y de la forma más segura de ejecutarlo.

El encargado de ejecutar los trabajos dispondrá de un vehículo para el traslado de personal, teléfono móvil, extintor de incendios portátil y botiquín de primeros auxilios.

Previamente al inicio de los trabajos, el responsable de los mismos establecerá los lugares de tránsito del personal en la obra y los estacionamientos que mejores condiciones ofrezcan.

El Jefe de tajo tan pronto oiga la señal de llegada de un tren dada por el Piloto mandará parar los trabajos y ordenará la retirada de la maquinaria, útiles y herramientas y de todo el personal fuera de la zona de peligro.

Si no es posible dejar libre de obstáculos la zona de vía, se respetará como mínimo el gálibo de Obra.

Si por necesidades del trabajo las brigadas han de subdividirse, el Jefe de tajo designará la persona más idónea al mando del nuevo grupo, que ejercerá las mismas funciones que el jefe de tajo sobre la seguridad del personal y la maquinaria.

### Obligaciones de los Trabajadores

Acatar las órdenes que reciban del jefe de tajo, y no reanudar los trabajos hasta que dicho jefe de la orden de continuar.

A ser posible no transitarán nunca por las vías en servicio al ir al puesto de trabajo o regresar de él. Si esto no es posible se caminará siempre de cara a la circulación y por el paseo de la vía.

Emplear los EPI's en sus trabajos, sobre todo botas de suela y puntera reforzadas, guantes de protección contra riesgos mecánicos y casco de seguridad clase N, en caso de trabajar sobre cargas suspendidas, fajas en caso de levantar cargas, gafas anti-impactos o del grado de protección ocular necesario para protegerse de radiaciones, y equipo de soldadura en caso de realizar dichos trabajos y siempre con ropa amarilla de alta visibilidad con reflectantes.

No camine sobre los raíles.

Camine con precaución, el terreno es irregular.

Esté siempre atento a las indicaciones del Encargado de Trabajos o Piloto habilitado.

Ante cualquier aviso de despeje de la vía no lo dude, retírese al lugar indicado.

No cruce la vía entre topes de vehículos próximos.

No permanezca en el radio de acción de las máquinas.



No toque o se apoye en cualquier elemento de las instalaciones eléctricas de vía, ya sea catenaria, postes de catenaria, tirantes de catenaria, elementos de contrapeso, cuadros, etc.

No acceda a la parte superior de los vehículos si estos no disponen de elementos que impidan la caída del personal.

#### Riesgo de caída en altura

Se considera la existencia de riesgo de caída en altura, si el personal trabaja con un desnivel de 2 o más metros de altura.

Todo trabajo que se realice a más de 2 metros de altura deberá llevarse a cabo con protecciones colectivas que eviten el riesgo de caída a distinto nivel.

Estas operaciones en altura deben analizarse y estudiarse antes del inicio de los trabajos con el fin de establecer las medidas preventivas específicas: colocación de barandillas, trabajo desde medios auxiliares como plataformas elevadoras o andamios, arnés anclado a un punto fijo, líneas de vida... En caso de que se necesiten otras medidas más específicas, se realizará un anexo al Estudio de Seguridad y Salud.

Tanto la colocación de protecciones colectivas frente a riesgo de caída como las operaciones puntuales en las que esté presente este riesgo deberán realizarse haciendo uso del correspondiente dispositivo anticaídas (arnés de seguridad, cinturón, etc.) de tal forma que se evite la caída a distinto nivel.

#### **1.4.2.2. Instalaciones de obra.**

Dentro de las actuaciones relativas al asentamiento e instalaciones de obra, debemos destacar que las actuaciones principales consisten en el acondicionamiento de la plataforma sobre las que se asentarán dichas instalaciones.

El acondicionamiento de la plataforma consiste en tareas de movimiento de tierras, que son analizadas más adelante; para esta fase de obra se deberán considerar las mismas medidas preventivas establecidas para el movimiento de tierras.

La colocación de las instalaciones de higiene, así como cualquier tipo de caseta, consiste en el izado de una carga y el posicionamiento sobre el lugar de destino.

Todos los trabajos de instalación eléctrica, y sus mantenimientos, se realizarán por personal cualificado para los trabajos y siempre sin tensión.

Durante las actuaciones de asentamiento de obra, puede haber muchas actuaciones que no requieran la presencia de recurso preventivo permanentemente. De forma concreta, deberá considerarse que durante la manipulación de prefabricados, las actuaciones con riesgo eléctrico y en las que se requieran trabajos en altura, como mínimo, deberá estar presente un recurso preventivo.

RIESGOS	PB	SV	GR
Atrapamiento	B	A	M
Caídas al mismo nivel.	M	M	M
Caídas a diferente nivel.	B	A	M
Caída de objetos.	B	M	B
Golpes y cortes por objetos y herramientas	M	B	B
Proyección de partículas	B	M	B
Golpes contra objetos	B	M	B
Sobreesfuerzos	B	M	B
Contactos eléctricos	B	A	M
Exposición a sustancias nocivas o tóxicas	B	A	M

**Medidas preventivas**

Se cumplirán las especificaciones recogidas en el apartado 1.4.2.2.3.1 Trabajos de manipulación de cargas del presente Estudio de Seguridad y Salud

La iluminación será adecuada, cumpliendo lo establecido en el R.D. 486/97 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Se mantendrá un adecuado orden y limpieza en las zonas de trabajo y de tránsito.

Se dispondrá la señalización adecuada en las distintas instalaciones de la obra

Se prohíbe fumar en las zonas donde exista riesgo de incendios por existencia de fuentes de ignición (trabajos de soldadura, instalación eléctrica, fuegos en períodos fríos, cigarrillos, etc.), y de sustancias combustibles (madera, carburantes, disolventes, pinturas, residuos, etc.),

Se realizarán revisiones periódicas y se vigilará permanentemente la instalación eléctrica provisional de la obra, así como el correcto acopio de sustancias combustibles, situando estos acopios en lugares adecuados, ventilados y con medios de extinción en los propios recintos.

Se dispondrá de extintores portátiles en los lugares de acopio que lo requieran, como oficinas, almacenes, etc.

Se dispondrá del teléfono de los bomberos junto a otros de urgencia, recogidos en una hoja normalizada de colores llamativos que se colocará en oficinas, vestuarios y otros lugares adecuados.

Las vías de evacuación estarán libres de obstáculos, como uno de los aspectos del orden y limpieza que se mantendrá en todos los tajos y lugares de circulación y permanencia de trabajadores.

Estas medidas se orientan a la prevención de incendios y a las actividades iniciales de extinción hasta la llegada de los bomberos, caso que fuera precisa su intervención, siguiendo en todo momento el Estudio de emergencia con el que deberá contar el Estudio de Seguridad de la obra.

Esta prohibida la permanencia bajo cargas suspendidas y en el radio de acción de la maquinaria

A la llegada del equipo a la obra se deberá tener previsto una zona de descarga para posicionamiento de los camiones y grúa móvil autopropulsada, que evite los vuelcos o hundimientos de la misma. Dicha plataforma será lo mas nivelada posible, capaz de soportar el peso de los equipos y será de las dimensiones suficientes (mínimo 30x15m.)

Deberán delimitarse las zonas de trabajo, prohibiendo el acceso o circulación por las mismas a todo el personal ajeno a la ejecución de los trabajos, para lo que se dispondrá de la señalización correspondiente o una persona controlando que nadie acceda a la zona de trabajos.

Durante la carga y descarga los camiones utilizarán calzos o topes en las ruedas motrices y con los dispositivos de bloqueo del camión accionados con el fin de evitar posibles desplazamientos.

La visibilidad desde el puesto de trabajo y/o del operador deberá ser tal que durante las operaciones de maniobras, el conductor pueda hacerlo sin crear peligro para sí mismo o para otras personas.

La carga y descarga de la caseta, deberá ser dirigida únicamente por una persona, debiendo permanecer en todo momento la zona en donde se realice esta operación despejada de todo el personal que no esté relacionado con esta operación. Estas operaciones serán dirigidas por un responsable, el cual supervisará por una parte las condiciones de seguridad del montaje, así como las condiciones técnicas en que se realiza el montaje de esta maquinaria.

Los elementos de amarre deben estar en buenas condiciones, con la resistencia adecuada a los elementos a mover y amarrados de tal manera que la carga quede segura y bien equilibrada.

El trasiego se realizará de forma suave, sin tirones bruscos ni choques con otros elementos, empleando una eslinga de diferentes puntos de amarre según el caso, de tal manera que se encuentre estable, y cuyos ganchos deberán estar previstos de pestillo de seguridad o utilizar grilletes. Se evitará en todo momento la presencia de personas bajo cargas suspendidas.

Se usarán en todo momento casco, guantes y botas de seguridad, así como chaleco reflectante de alta visibilidad.

Los operarios encargados de la descarga y posicionamiento de la caseta deberán seguir las siguientes medidas de seguridad:

Subir o bajar del camión por las escalerillas o estribos de éste. No saltar del camión.

Antes de enganchar la caseta, comprobar que las eslingas están en perfectas condiciones y que los ganchos de izado disponen del correspondiente pestillo de seguridad.

Mantenerse en todo momento en un lugar que pueda ser visto por el operador de la grúa de descarga.

Una vez enganchada la caseta para ser izada, el operario de descarga deberá abandonar el camión para evitar que pueda ser atrapado en las maniobras de izado para ser descargada.

En ningún caso situarse bajo la caseta suspendida.

El equipo mecánico en suspensión del balancín, se guiará mediante cabos, no directamente con las manos.

Si la caseta llegara a su sitio de instalación girando sobre sí misma, se la intentará detener usando exclusivamente los cabos de gobierno. Se prohíbe intentar detenerla directamente con el cuerpo o alguna de sus extremidades.

Las zonas de instalación permanecerán limpias de materiales o herramientas que puedan obstaculizar las maniobras de la instalación

El jefe de maniobras observará antes del izado la presencia de líneas eléctricas aéreas. En caso de que existan debe garantizarse en todo momento el cumplimiento de las distancias de seguridad previstas en el R.D. 614/01 sobre riesgo eléctrico (Dprox2). Esto se realizará mediante pórticos de limitación de gálibo, limitadores en las grúas u otra medida análoga de probada eficacia.

Las operaciones de enganche y desenganche de la grúa a la caseta se realizaran desde escalera.

Los trabajos a ejecutar sobre la cubierta de la caseta se realizaran disponiendo un equipo de protección individual formado por línea de vida más arnés de seguridad.

### **Medios auxiliares y maquinaria**

Grúa autopropulsada.

Viga en forma de H, para estabilización de la carga.

Eslingas.

Ganchos de fijación a bulón.

### **Protecciones individuales**

Casco

Guantes de lona y piel.

Botas de seguridad de suela y puntera reforzada antideslizantes.

Chalecos reflectantes.

Epi's especiales adecuados al trabajo que se vaya a realizar (mandil, polinas, manguitos, pantallas arnés, gafas, mascarilla, ...)

#### **1.4.2.3. Movimiento de tierras**

Una vez definida la traza topográficamente y realizado el acondicionamiento del terreno, se procederá al movimiento de tierras.

Los principales riesgos que se presentan en esta actividad son los correspondientes a la maquinaria, atropellos y vuelcos de máquinas y posibles atrapamientos por desprendimientos. Además, en épocas secas, es muy probable que se generen atmósferas polvorientas, por lo que será necesario disponer de un número suficiente de cubas de riesgo para garantizar que no se dé tal circunstancia.

Los caminos de circulación de maquinaria, fundamentalmente para el transporte, deberán ser conocidos por todos los trabajadores que intervengan en esta actividad.

Todos los equipos actuarán conforme a lo establecido en el manual de uso o instrucciones del fabricante. Además, todos los operadores dispondrán de formación adecuada y específica y autorización del manejo de la maquinaria.

Se determinarán los trayectos de circulación de todos los equipos empleados en la ejecución de trabajos de movimiento de tierras.

En cuanto a la estabilidad de las excavaciones, se realizarán con taludes estables para el tipo de terreno encontrado, teniendo en consideración las condiciones establecidas en el Proyecto, en general, en el anejo geotécnico o en el propio Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. En el supuesto de excavaciones, o taludes no previstas en el citado documento, o que modificaran las previsiones

recogidas en el mismo, no se podrá trabajar hasta que se cuente con los cálculos justificativos de estabilidad, redactado por un técnico competente en la materia.

Otro aspecto importante en esta fase de obra es el relativo a la señalización y balizamiento de los bordes de excavación. Como norma, todas las excavaciones serán señalizadas mediante malla naranja de tipo stopper retranqueada 1 m. respecto de su borde. En zonas con riesgo de caída en altura, se instalarán protecciones rígidas, bien a base de barandilla resistente y estable retranqueada la misma distancia, valla galvanizada apoyada sobre pies derechos de hormigón,

etc. Además, esta protección mediante barandilla reglamentaria resultará obligatoria en todas las zanjas o excavaciones abiertas en que puedan producirse interferencias con otras actividades o con posibles terceros, independientemente de su profundidad. En los casos de pequeñas zanjas o pozos esta protección se podrá sustituir mediante la instalación de chapas metálicas resistentes y ancladas en el terreno mediante las cuales se tapen los huecos existentes y se evite el riesgo de caída en altura o a distinto nivel, debiendo señalizar la existencia de dichos huecos tapados.

El riesgo de atropello será controlado no permitiendo la presencia de personal en el radio de acción de las máquinas. Además será obligatorio que toda la maquinaria disponga de bocina automática de marcha atrás, y rotativo luminoso.

En el caso de maquinaria de movimiento de tierras de bastidor giratorio, el uso de la bocina de retroceso se ajustará a lo previsto en el manual de instrucciones de su fabricante. En el supuesto de que éste no lo exigiera, el empleo del avisador acústico será sustituido por otras medidas preventivas que eviten posibles atropellos, tales como el uso de la bocina acústica para advertir una maniobra, la obligación de que todas las maniobras que realicen estos equipos se realicen en todo momento en sentido de “marcha a la vista”, la presencia de señalistas que auxilien posibles maniobras en retroceso, etc.



Por otro lado, durante la ejecución de los trabajos objeto del presente apartado no se realizarán trabajos en zonas próximas a líneas eléctricas que no hayan sido previamente analizados desde el punto de vista a partir de un estudio de gálidos mediante el que se determinen las alturas de las líneas eléctricas y de los equipos, ambos en su posición más desfavorable, los mecanismos de vigilancia que se dispondrán en cada uno de los tajos (recursos preventivos conforme al contenido del Real Decreto 604/2006), y las medidas preventivas que se adoptarán para evitar la invasión de la distancia de seguridad Dprox-2 que determina el Real Decreto 614/2001 en función de la tensión de la línea eléctrica en cuestión. Además de lo comentado, todos los cruces, o paralelismos, con líneas eléctricas se señalarán mediante pórticos limitadores de gálido instalados a una distancia superior a la Dprox-2 a cada lado de la línea, además de carteles mediante los que se advierta a los trabajadores del riesgo de contacto eléctrico.

RIESGOS	PB	SV	GR
Atropellos y colisiones por maquinaria y vehículos.	B	A	M
Atrapamiento.	M	M	M
Aplastamiento.	B	A	M
Caídas de altura.	B	M	B
Caídas al mismo nivel.	M	M	M
Desprendimiento de cargas.	M	M	M
Proyección de partículas.	M	M	M
Ambiente pulverulento.	B	B	MB
Ruido.	B	M	B
Vibraciones.	B	M	B
Golpes con objetos y herramientas.	M	M	M

Heridas producidas por objetos punzantes.	B	B	MB
Radiaciones.	B	M	B
Contactos eléctricos.	B	A	M

### **Medidas preventivas**

Los vehículos subcontratados tendrán vigente la Póliza de Seguros con Responsabilidad Civil ilimitada, el Carnet de Empresa y los Seguros sociales cubiertos, antes de comenzar los trabajos en la obra.

Debe vigilarse que los camiones hayan pasado la ITV reglamentaria.

Todo el personal que maneje los camiones, dumper, apisonadoras, o compactadoras, será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación acreditativa de capacitación.

La maquinaria y vehículos alquilados o subcontratados serán revisados antes de comenzar a trabajar en la obra en todos los elementos de seguridad, exigiéndose al día el libro de mantenimiento y certificado que acredite su revisión por un taller cualificado. Igualmente serán revisados periódicamente en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejadas las revisiones en el libro de mantenimiento.

Todos los vehículos serán revisados periódicamente en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejadas las revisiones en el libro de mantenimiento.

Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.

Todos los vehículos de transporte de material empleados especificarán claramente la "Tara" y la "Carga máxima".

Obligatoriedad del uso de todas las prendas de protección personal, casco, botas y guantes.

Mantenimiento correcto de la maquinaria desde el punto de vista mecánico.

La maquinaria de movimiento de tierras será manejada por personal autorizado con experiencia, haciendo uso de la señalización luminosa en condiciones de baja visibilidad o cuando la máquina se encuentre en movimiento y avisando del inicio de los trabajos mediante la señalización acústica.

Será obligatorio señalar las zonas de actuación a fin de conseguir su aislamiento.

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas, y se señalarán, especialmente las excavaciones realizadas los últimos días, que presumiblemente, el personal desconoce.

Si se produjese un contacto de la maquinaria de neumáticos con línea eléctrica aérea, el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. Se avisará a la compañía propietaria de la línea para que efectúe los cortes de suministro y puestas a tierra necesarias para poder cambiar sin riesgos, la posición de la máquina. Antes de realizar ninguna acción se inspeccionará la máquina con el fin de detectar la posibilidad de arco eléctrico con el terreno; de ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Las máquinas en contacto accidental con la catenaria de la vía existente serán acordonadas a una distancia de 5 m., avisándose a ADIF para que efectúe los cortes de suministro y puestas a tierra necesarias para poder cambiar sin riesgos, la posición de la máquina.

Se detendrá cualquier trabajo al pie de un talud, si no reúne las debidas condiciones de estabilidad

Se conocerá bien la existencia de servicios afectados enterrados.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Cada equipo de carga para rellenos serán dirigidos por un jefe de equipo que coordinará las maniobras.

En función de la climatología se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas.

Toda la maquinaria empleada en esta obra, para las operaciones de relleno y compactación serán dotados de bocina automática de marcha hacia atrás.

Se señalizarán los accesos a la vía pública, mediante las señales normalizadas de "Peligro indefinido", "peligro salida de camiones" y "STOP".

En todo momento, se debe respetar la señalización de la obra, el código de circulación y las órdenes de señalistas autorizados.

Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) a una distancia del borde de una zanja inferior a profundidad de la misma.

Quedan prohibidos trabajos en la misma vertical.

Cuando sea imprescindible la circulación de operarios por el borde de coronación de un talud o corte vertical, las barandillas estarán ancladas hacia el exterior del desmonte o vaciado y los trabajadores circularán siempre sobre entablado de madera o superficies equivalentes de reparto.

Se recomienda en lo posible evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se comprobará el gálibo existente bajo los tendidos aéreos y en caso necesario se protegerán con pórticos limitadores de altura los que no hayan podido desviarse o canalizarse subterráneamente antes de la ejecución de los trabajos.

Debe acotarse el entorno y prohibir trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción de una máquina para el movimiento de tierras.

Se prohibirá expresamente el apilado de materiales en zona de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso.

Se señalizará y ordenará el tráfico de máquinas y camiones de forma visible y sencilla.

#### **1.4.2.4 Excavación en zanja**

Los trabajos de excavación de tierras consisten en la remoción y retirada de terreno necesaria para realizar las excavaciones del terreno, la excavación en caja para la cimentación, fosos y otros elementos de equipamiento, la excavación en zanja para canalizaciones enterradas de servicios nuevos y servicios afectados e instalaciones varias.

El vaciado se ejecuta con retro-excavadora, descargando las tierras sobrantes sobre camión. La estabilidad del vaciado se garantizará mediante la ejecución de una entibación acorde al tipo de terreno (cuajada de madera o mediante un cajón metálico).

También se podrá garantizar la estabilidad del vaciado realizando la excavación con talud adecuado. Solamente cuando la estabilidad esté garantizada se permitirá la presencia de trabajadores en el fondo de la excavación.

La compactación de zanjas se realizara mediante compactador manual o pisón.

Se ha constatado en la identificación de riesgos realizada la existencia de riesgos catalogados como especiales (sepultamiento o hundimiento, caídas de personas a distinto nivel, etc.) según el Anexo II del Real Decreto 1627/97, por lo que durante los trabajos de excavación en zanja estará presente en todo momento un recurso preventivo. Además, la presencia de recurso preventivo vendrá también exigida por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o

simultáneamente en las tareas de movimiento de tierras, y que hace preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo (art. 32 bis, apartado 1a. de la Ley 31/95).

RIESGOS	PB	SV	GR
Atropellos y colisiones por maquinaria y vehículos.	B	A	M
Atrapamiento.	M	M	M
Aplastamiento.	B	A	M
Caídas de altura.	B	M	B
Caídas al mismo nivel.	M	M	M
Desprendimiento de cargas.	M	M	M
Proyección de partículas.	M	M	M
Ambiente pulverulento.	B	B	MB
Ruido.	B	M	B
Vibraciones.	B	M	B
Golpes con objetos y herramientas.	M	M	M
Heridas producidas por objetos punzantes.	B	B	MB
Radiaciones.	B	M	B
Contactos eléctricos.	B	A	M

### Medidas preventivas

Antes de empezar cualquier excavación deberán estar perfectamente localizados todos los servicios afectados que puedan existir dentro del radio de acción, y se gestionará con la compañía suministradora su desvío o puesta fuera de servicio.

Cuando no sea posible emplear taludes como medida de protección contra el desprendimiento de tierras en la excavación de zanjas y haya que realizar éstas mediante cortes verticales de sus paredes se deberán entibar éstas en zanjas iguales o mayores a 1,30 m de profundidad. Igual medida se deberá tomar si no alcanzan esta profundidad en terrenos no consistentes o si existe solicitud de cimentación próxima o vial.

Antes del inicio de los trabajos se inspeccionarán los tajos con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno. Estará prohibido actuar en una zona cuyas con riesgo de derrumbamientos, hasta que no se haya saneado o tratado el terreno para su asegurar su estabilidad.

Los frentes de trabajo serán saneados, eliminando los bloques sueltos o terrenos inestables. Se realizarán las comprobaciones y revisiones que a continuación se relacionan:

Todas las zanjas abiertas serán inspeccionadas por personal competente al iniciar y dejar los trabajos. Se controlarán las paredes de excavación sobre todo después de los días de lluvia o de la interrupción de los trabajos más de 24 horas.

En régimen de lluvias y encharcamiento de las zanjas, será imprescindible la revisión minuciosa y detallada antes de reanudar los trabajos.

Ante la existencia del agua en las zanjas, se vigilará si pueden aparecer cavernas u otras zonas que denoten una posible inestabilidad; en el caso de que se produzcan no podrá permanecer personal en las zanjas hasta que no se hayan saneado y asegurado la estabilidad de los taludes, y no lo autorice el encargado o recurso preventivo presente en el tajo. Además, si existiera agua en el interior de las excavaciones estará prohibido usar cualquier equipo de trabajo eléctrico en el interior, como una radial para cortar tubería o madera para un encofrado.

Las sobrecargas estáticas y dinámicas como tierra de la propia excavación, máquinas, vehículos, etc., se situarán a una distancia del borde de la zanja igual o

superior a los 2 m. No se permitirá la presencia de trabajadores en el interior de las excavaciones bajo circunstancias ajenas a lo previsto.

Se prohibirá la ejecución de trabajos de manera simultánea y en niveles superpuestos en el fondo y el exterior de las excavaciones.

Los productos de excavación no ocuparán las zonas de circulación de personas y vehículos. En caso de presencia de agua se procederá a su achique, en prevención de posibles alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de los taludes. Las bombas de achique deberán disponer de rejillas o de protecciones que eviten un atrapamiento o corte. El grupo generador para las bombas de achique o resto de maquinaria eléctrica se situará fuera de la zanja, con su toma de tierra instalada.

Se prohibirán los trabajos en la proximidad de postes, árboles, u otros elementos cuya estabilidad no esté garantizada antes del inicio de las tareas.

Serán eliminados arbustos, matorros y árboles cuyas raíces interfieran o hayan quedado al descubierto mermando la estabilidad propia y la del terreno colateral.

Los caminos de circulación interna en la obra se mantendrán cubriendo baches, eliminando blandones y compactando, usando para resanar material adecuado al tipo de deficiencia del firme. Se evitarán los barrizales en evitación de accidentes.

Se dará prioridad al hecho de proceder al tapado de todos los tramos de excavación que hayan podido abrirse en una misma jornada de trabajo. En caso contrario, cuando las excavaciones se ubicaran en zonas susceptibles de generar interferencias para con otras actividades de obra, terceros, zonas de paso, etc., se dispondrán la señalización y balizamiento oportunos, así como los accesorios de iluminación que garanticen unas óptimas condiciones de visibilidad.

En ningún momento podrán concurrir en la zona de trabajo las operaciones de replanteo u otras que se debieran realizar a pie por los trabajadores con las de



apertura de excavaciones. Si por cualquier motivo se solapasen o pudieran concurrir se pararán las máquinas hasta que se realicen las citadas labores.

Todos los bordes de excavaciones se señalarán mediante malla naranja, y señales de peligro. La malla naranja siempre que se coloque sobre barras de acero, las puntas se protegerán con setas de protección, o bien, se redondearán las puntas de las barras.

Además, los bordes de excavaciones que superen los 2,00 m. de altura se protegerán mediante barandilla de 1,00 m de altura. Dicha barandilla, que se instalará a una distancia mínima de 1,00 m. respecto del borde de la excavación, definirá una zona restringida que no se podrá invadir salvo que previamente se hayan dispuesto otras protecciones adecuadas, tales como puntos fijos y estables, o líneas de vida, a los que los operarios anclen su arnés de seguridad. Finalmente, la disposición de estos puntos estables o de las barandillas en ningún caso representará riesgo de caída en altura para los trabajadores intervinientes en dichas operaciones, ya que dichas operaciones se realizarán a una distancia mínima de 1 metro del borde.

En ningún caso se permitirá la presencia de trabajadores en dicha zona restringida al borde de excavaciones con profundidad superior a los 2 m. sin la debida protección.

El acceso al interior de las excavaciones, cuando no exista rampa de acceso para los trabajadores, se realizará con escaleras de mano distribuidas en número suficiente en función de la longitud del tramo abierto; al menos, una escalera por cada 50 m. de zanja abierta. No se retirará en ningún momento las escaleras mientras permanezcan personas en el interior de las excavaciones.

En todas las excavaciones, siempre que existan operarios trabajando en su interior, se mantendrá al menos uno de retén en el exterior, que podrá actuar como ayudante en el trabajo, y dará la alarma en caso de producirse una emergencia. Además, en la obra se dispondrá de palancas, cuñas, marras, puntales, etc. que no se utilizarán, y que se reservarán como accesorios de

salvamento, junto con todos los restantes medios que puedan servir para eventualidades o socorrer a los operarios que puedan accidentarse.

Se prohibirá terminantemente la presencia de trabajadores en el radio de acción de la maquinaria en movimiento. Para ello, los equipos harán uso de avisadores acústicos de marcha atrás, siempre en función del manual de instrucciones de su fabricante. En el caso de que se emplearan equipos cuyo fabricante no determinara la necesidad de hacer uso de los citados avisadores, se estudiarán medidas preventivas alternativas que combatan el posible riesgo de atropello:

Instalación de los avisadores acústicos.

Sentido obligatorio de avance de la maquinaria “marcha a la vista”.

Empleo de señales acústicas (no se confunda con el avisador) que anuncien el inicio de una maniobra en retroceso.

Presencia de señalistas que auxilien durante la realización de las maniobras, etc.

Además, todos los trabajadores vestirán prendas de alta visibilidad en previsión de posibles atropellos.

Queda prohibido permanecer en el interior de las excavaciones en la zona de influencia de la máquina que pueda estar realizando labores de excavación.

No se trabajará con maquinaria en la proximidad de líneas eléctricas aéreas sin antes haber realizado el correspondiente estudio de gálibos y sin que los operarios hayan recibido las instrucciones oportunas respecto a las medidas de seguridad a adoptar.

Todas las líneas eléctricas aéreas se señalizarán con una señal de riesgo y con pórticos de señalización

Se evitará la formación de polvo mediante el riego de los tajos, debiéndose proceder a un regado periódico de la zona objeto de los trabajos.

En caso preciso se realizarán las correspondientes mediciones, evaluaciones, y controles, y se adoptarán las medidas que contempla la legislación vigente con el objeto de evitar la exposición de los trabajadores a niveles de ruido o vibración excesivos.

Se harán cumplir en cada caso las normas de revisión y mantenimiento propias de cada máquina.

Los camiones no se sobrecargarán para evitar derrames y caídas de materiales. El material se cargará sobre los camiones sin que la carga pase por encima de la cabina del camión, ni sobre las personas situadas en las proximidades.

Todas las máquinas empleadas estarán provistas de cabina protegida para el operador, y el maquinista dispondrá y hará uso del cinturón de seguridad.

Las máquinas se conservarán, mantendrán y usarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante, siempre por operarios debidamente formados y autorizados.

Teniendo en cuenta el riesgo de sepultamiento, los trabajos que se desarrollen en el interior de las excavaciones se realizarán en presencia de un recurso preventivo.

En el caso de no poder tener la pendiente adecuada se realizará una entibación del terreno calculando las condiciones más desfavorables, cuyo cálculo se incluirá en el estudio de seguridad y salud. El montaje de entibaciones se montará ante la supervisión de personal competente.

Las entibaciones serán revisadas diariamente al comenzar el trabajo.

Los materiales de escombros, herramientas y vehículos no se situarán de forma que inestabilicen el talud. La tierra y materiales estará como mínimo separada del borde de la excavación dos veces la profundidad y nunca menos de 2 m.

Las protecciones frente a las caídas de personas en una excavación constarán de barandillas y vallas en todo el perímetro de peligro.

Las zonas de trabajo dentro de una zanja nunca tendrán menos de 0,8m de ancho

Se tendrá especial cuidado con zanjas al pie de taludes de excavaciones evitándolas siempre que sea posible.

"Las actuaciones se realizarán con la presencia de un encargado de trabajos de adif y un piloto de seguridad, a las ordenes del 1º."

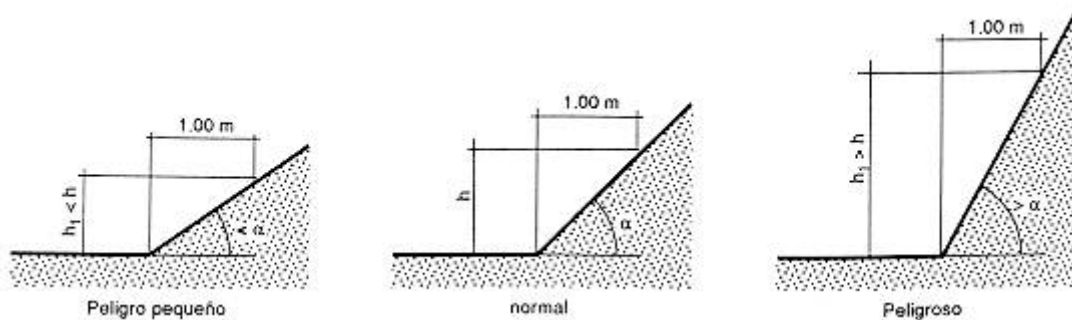
### Ejecución de zanjas

Previo al inicio de los trabajos se recabará de las correspondientes compañías suministradoras la información necesaria en referencia a los posibles servicios afectados.

Se deberá llevar a cabo un estudio previo del terreno con objeto de conocer la estabilidad del mismo.

Se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno.

Las excavaciones de zanjas se ejecutarán con una inclinación de talud provisional adecuadas a las características del terreno, debiéndose considerar peligrosa toda excavación cuya pendiente sea superior a su talud natural.



#### Figura 1.4.2.4.1. Excavación talud natural

Dado que los terrenos se disgregan y pueden perder su cohesión bajo la acción de los elementos atmosféricos, tales como la humedad, sequedad, hielo o deshielo, dando lugar a hundimientos, es recomendable calcular con amplios márgenes de seguridad la pendiente de los tajos.

En las excavaciones de zanjas se podrán emplear bermas escalonadas, con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,30 m en cortes ataluzados del terreno con ángulo entre 60° y 90° para una altura máxima admisible en función del peso específico aparente del terreno y de la resistencia simple del mismo.

Si se emplearan taludes más acentuados que el adecuado a las características del terreno, o bien se lleven a cabo mediante bermas que no reúnan las condiciones indicadas, se dispondrá una entibación que por su forma, materiales empleados y secciones de éstos ofrezcan absoluta seguridad, de acuerdo a las características del terreno: entibación cuajada, semicujada o ligera.

La entibación debe ser dimensionada para las cargas máximas previsibles en las condiciones más desfavorables.

Las entibaciones han de ser revisadas al comenzar la jornada de trabajo, tensando los cordales que se hayan aflojado. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.

Los productos de la excavación que no hayan de retirarse de inmediato, así como los materiales que hayan de acopiarse, se apilarán a la distancia suficiente del borde de la excavación para que no supongan una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras en los taludes, debiéndose adoptar como mínimo el criterio de distancias de seguridad indicado a continuación.

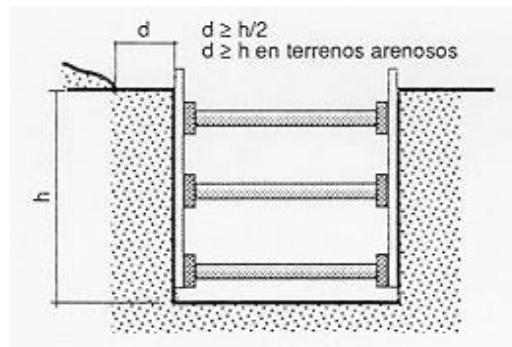


Tabla 1.4.2.4.2. Entibación.

Cuando en los trabajos de excavación se empleen máquinas, camiones, etc. que supongan una sobrecarga, así como la existencia de tráfico rodado que transmita vibraciones que puedan dar lugar a desprendimientos de tierras en los taludes, se adoptarán las medidas oportunas de refuerzo de entibaciones y balizamiento y señalización de las diferentes zonas.

Cuando las excavaciones afecten a construcciones existentes, se hará previamente un estudio en cuanto a la necesidad de apeos en todas las partes interesadas en los trabajos, los cuales podrán ser aislados o de conjunto, según la clase de terreno y forma de desarrollarse la excavación, y en todo caso se calculará y ejecutará la manera que consoliden y sostengan las zonas afectadas directamente, sin alterar las condiciones de estabilidad del resto de la construcción.

En general las entibaciones o parte de éstas se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte.

En zanjas de profundidad mayor de 1,30 m., siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de retén en el exterior, que podrá actuar como ayudante de trabajo y dará la alarma caso de producirse alguna emergencia.

Cortes sin entibación: taludes

Para profundidades inferiores a 1,30 m en terrenos coherentes y sin sollicitación de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.

En terrenos sueltos o que estén sollicitados deberá llevarse a cabo una entibación adecuada.

Para profundidades mayores el adecuado ataluzado de las paredes de excavación constituye una de las medidas más eficaces frente al riesgo de desprendimiento de tierras.

La tabla siguiente sirve para determinar la altura máxima admisible en metros de taludes libres de sollicitaciones, en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación de talud  $\beta$  no mayor de  $60^\circ$  y de la resistencia a compresión simple del terreno

Tabla 14.2.4.1: Determinación de la altura máxima admisible para taludes libres de sollicitaciones

Tipo de terreno	Angulo de talud $\beta$	Resistencia a compresión simple $R_u$ en $\text{kg/cm}^2$				
		0,250	0,375	0,500	0,625	$\geq 0,750$
Arcilla y limos muy plásticos	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcilla y limos de plasticidad media	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcilla y limos poco plásticos, arcillas arenosas y arenas arcillosas	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00

\* Valores intermedios se interpolarán linealmente

La altura máxima admisible  $H$  máx. en cortes ataluzados del terreno, provisionales, con ángulo comprendido entre  $60^\circ$  y  $90^\circ$  (talud vertical), sin sollicitación de sobrecarga y sin entibar podrá determinarse por medio de la tabla 2 en función de la resistencia a compresión simple del terreno y del peso

específico aparente de éste. Como medida de seguridad en el trabajo contra el "venteo" o pequeño desprendimiento se emplearán bermas escalonadas con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,30 m

Tabla 1.4.2.4.2.: Altura máxima admisible H máx. en m\*

Resistencia a compresión simple Ru en Kg/cm <sup>2</sup>	Peso específico aparente $\gamma$ en g/cm <sup>3</sup>				
	2,20	2,10	2,00	1,90	1,80
0,250	1,06	1,10	1,15	1,20	1,25
0,300	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50
0,400	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10
0,500	2,10	2,20	2,30	2,45	2,60
0,600	2,60	2,70	2,80	2,95	3,10
0,700	3,00	3,15	3,30	3,50	3,70
0,800	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20
0,900	3,90	4,05	4,20	4,45	4,70
1,000	4,30	4,50	4,70	4,95	5,20
1,100	4,70	4,95	5,20	5,20	5,20
≥ 1,200	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20

\* Valores intermedios se interpolarán linealmente

### Cortes con entibación

Cuando no sea posible emplear taludes como medida de protección contra el desprendimiento de tierras en la excavación de zanjas y haya que realizar éstas mediante cortes verticales de sus paredes se deberán entibar éstas en zanjas iguales o mayores a 1,30 m de profundidad. Igual medida se deberá tomar si no alcanzan esta profundidad en terrenos no consistentes o si existe solicitud de cimentación próxima o vial.

El tipo de entibación a emplear vendrá determinada por el de terreno en cuestión, si existen o no solicitudes y la profundidad del corte (tabla 6).



Tabla 1.4.2.4.3.: Elección del tipo de cimentación

Tipo de terreno	Solicitud	Profundidad P del corte en m. *			
		< 1,30	1,30-2,00	2,00-2,50	> 2,50
Coherente	Sin solicitud	*	Ligera	Semicuajada	Cuajada
	Solicitud de vial	Ligera	Semicuajada	Cuajada	Cuajada
	Solicitud de cimentación	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada
Suelto	Indistintamente	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada

\* Entibación no necesaria en general

La Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976 "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos", establece el criterio para determinar si el corte en el terreno puede considerarse sin solicitud de cimentación próxima o vial, dándose esta circunstancia cuando se verifique que:

$$P \leq (h + d/2) \text{ ó } P \leq d/2 \text{ respectivamente,}$$

Siendo:

P = Profundidad del corte.

h = Profundidad del estudio de apoyo de la cimentación próxima. En caso de cimentación con pilotes, h se medirá hasta la cara inferior del encepado.

d = Distancia horizontal desde el borde de coronación del corte a la cimentación o vial.

Las tierras extraídas se acopiarán a una distancia tal del borde que no implique su sobrecarga. Se definirá en obra, de conformidad a normativa de seguridad vigente.

Se sanearán los bordes de la excavación

Nadie permanecerá bajo el izado de cargas ni en el radio de acción de la maquinaria. Se dispondrá de un señalista para realizar las operaciones cuando las maniobras sean dificultosas y se tenga limitado el campo de visión

Siempre habrá un operario en el exterior capacitado para auxiliar en caso de emergencia

Se señalizarán convenientemente las zanjas de menos de 2 m. de profundidad, preferentemente con jalones reflectantes, malla naranja, cinta de balizamiento, etc.

Toda excavación deberá estar provista, a intervalos regulares de los accesos necesarios para facilitar la entrada/salida de los operarios o su evacuación rápida en caso de peligro

El acceso y salida de una zanja se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en el borde superior de la zanja y estará apoyada sobre una superficie sólida de reparto de cargas. la escalera sobrepasará en 1 m. el borde de la zanja.

Diariamente se revisará el talud o las paredes de la excavación. Si se producen lluvias o encharcamientos deben revisarse minuciosamente y con detalle las tierras, antes de reanudar el trabajo

Se suspenderán los trabajos en caso de lluvia

Cualquier paso que sea necesario efectuar sobre zanjas, se hará con pasarelas rígidas de anchura mínima de 60 cm. y protegidas perimetralmente con dos barandillas (superior e intermedia) y rodapié

En caso de ser necesaria la entibación, se tendrá en cuenta además:

Se hará prioritariamente con paneles metálicos, que tengan elementos auxiliares para acoplar barandilla rígida (si la profundidad es superior a 2 m.)

La anchura de la zanja debe ser ligeramente mayor, para que los paneles de entibación deslicen correctamente

No se emplearán los elementos de la entibación para subir y bajar de la zanja

Se revisará periódicamente, el estado de las mismas.

### **Protecciones individuales**

Casco por si fuera necesario en caso de desprendimiento de tierras, materiales o peligro de caída de objetos sobre la cabeza.

Botas de seguridad de suela y puntera reforzada antideslizantes.

Chaleco reflectante

Mascarilla antipolvo

### **Protecciones colectivas**

Avisador acústico y luminoso en máquinas

Vallas de limitación y protección

Topes de desplazamiento de vehículos

Vallas de contención en borde de vaciados.

Barandilla de protección.

Aislamiento de la zona de trabajo con cinta de balizamiento o malla naranja para evitar aproximaciones a los lugares de riesgo.

Riegos para evitar levantamiento de polvo por la circulación de los vehículos o máquinas de la obra (pistas y cajas de camiones).

Máquinas equipadas con extintores de polvo polivalente en cabina o lugar seguro y accesible.

Bombas de achique para los casos en que sea preciso el agotamiento por alcance de nivel freático.

Pasarela de madera para cruce de zanjas:

Tablero de tablonces atados sobre vigas largueros de canto = 0,12 cm.

Barandillas a 90 cm clavadas sobre tablas montantes a 50 cm de distancia.

Rodapiés de 18 cm clavados sobre tablero.

#### **1.4.2.5 Izado de cargas por medios mecánicos**

Existen muchas actividades que requieren el izado de cargas por medios mecánicos, por lo que se ha decidido realizar un análisis particular de las medidas preventivas a tener en cuenta para todos los izados de cargas con medios mecánicos que se realicen en la obra. Asimismo se establecerán diferentes condiciones en relación a la viabilidad de los medios mecánicos a emplear.

Los camiones autocargantes sólo se emplearán para carga y descarga, en cumplimiento del R.D. 837/03. Únicamente se podrán emplear para colocar cargas en el espacio equipos de elevación de cargas si existe un manual del fabricante que autorice ese uso y cumplen el R.D. 837/03.

En relación a la utilización de equipos de excavación y carga de material (retroexcavadoras, mixta o similares), no se podrán emplear para izar cargas si dicho uso no está contemplado en las instrucciones de manejo facilitadas por cada fabricante, respetando en todo momento lo establecido en dicho manual. No se permitirá el izado y manipulación mecánica de cargas mediante accesorios que no hayan sido específicamente habilitados para ello por el fabricante del equipo.

Durante las tareas de izado de cargas con medios mecánicos estará siempre presente un recurso preventivo que vigile el cumplimiento de las medidas preventivas y compruebe su eficacia, además del Jefe de maniobras que supervise y dirija las operaciones de izado de cargas.

RIESGOS	PB	SV	GR
Caída de objetos por desplome	B	A	M
Caída de objetos en manipulación	B	M	B
Atrapamiento por o entre objetos	B	A	M
Golpes contra objetos	B	M	B

### **Medidas preventivas generales**

Durante las tareas de izado de cargas con medios mecánicos estará siempre presente un recurso preventivo que vigile el cumplimiento de las medidas preventivas y compruebe su eficacia, además del Jefe de maniobras que supervise y dirija las operaciones de izado de cargas.

Las eslingas, cadenas, cables, pinzas y todos los elementos, útiles y accesorios de izado que se empleen, deberán ser los adecuados dependiendo de la carga y tipología de las piezas que se vayan a levantar. Todas las cargas serán izadas desde puntos específicamente habilitados para ello por su fabricante, de modo que se garantice en todo momento su estabilidad durante el proceso de izado.

Los materiales y elementos estructurales se apilarán en lugares preseñalados, debiendo quedar libres de obstáculos las zonas de trabajo y paso del personal, con el fin de evitar accidentes por interferencias.

Las áreas sobre las que exista riesgo de caída de herramientas o materiales se acotarán debidamente y el paso a través de ellas quedará prohibido.

Todos los elementos y accesorios de izado (eslingas, cadenas, ganchos con pestillo de seguridad...) serán objeto de revisión diaria mediante la que se garanticen adecuadas condiciones de conservación y mantenimiento. Estas revisiones se justificarán de forma documental y se registrarán debidamente.

En todo caso, los accesorios de elevación deberán seleccionarse en función de las cargas, puntos de presión, dispositivo de enganche y la modalidad y la configuración del amarre.

En ningún caso se rebasará la capacidad máxima de carga del equipo mediante el que se desarrollen los trabajos de izado de cargas.

Las maniobras de izado de cargas serán supervisadas y dirigidas por un jefe de maniobras previamente designado. Tanto el jefe de maniobras como el personal encargado de las labores de estrobaje y de señalización dispondrán de una formación adecuada y suficiente para los trabajos a desempeñar.

Las diferentes piezas contarán con los elementos auxiliares apropiados de transporte y unión, a fin de que sean mínimos los riesgos de montaje.

Durante el proceso de izado ningún trabajador quedará situado ocasionalmente debajo de la carga, ni en su radio de acción (zona de influencia).

No se pasarán las cargas suspendidas sobre otros puestos de trabajo. Para ello, se acotarán debidamente las zonas de batido de cargas de manera que no haya presencia en la misma de trabajadores no autorizados.

Los ganchos irán provistos de pestillos de seguridad.

Se verificará la correcta colocación y fijación de los ganchos u otros accesorios de izado a la carga a suspender. Si la carga estuviese izada en condiciones inseguras, se deberá parar el proceso, se descenderá la carga al suelo y se procederá a su correcto enganche para poder continuar con la operación en condiciones seguras.

Si en la revisión previa al izado de la carga se detectase que el muelle recuperador de algún gancho de seguridad no funciona correctamente, se le comunicará de inmediato al responsable, parando éste los trabajos hasta que no se sustituyan los útiles afectados por otros que funcionen correctamente.

En el izado de cargas, se colocarán los pestillos de seguridad hacia fuera, de este modo el alma de cada gancho serán los elementos que soporten la tensión que la carga les transmitirá al ser izada y no sean los pestillos los que soporten dicha tensión.

El punto de anclaje se seleccionará correctamente y no se elegirán puntos sueltos o puntos que no formen parte del elemento a elevar.

Antes de la utilización de cualquier máquina-herramienta, se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad, instalados en buen estado, para evitar accidentes.

Todos los equipos y accesorios de izado estarán debidamente certificados y se emplearán conforme a las instrucciones de uso de su fabricante, siempre por personal debidamente formado y autorizado.

El responsable del izado de cargas deberá ver en todo momento la carga, y si no fuera posible, las maniobras serán realizadas con un guía destinado a ese trabajo.

No se transportarán cargas por encima de los trabajadores.

No se guiarán las cargas con la mano cuando estas estén izadas. Para su dirección se emplearán cabos de gobierno.

En las zonas de acopios, se instalarán señales de riesgo de cargas en suspensión, y en todas las zonas de izado de cargas, ya sea en acopios o en tajos, se dispondrá de una señalización e iluminación necesarias para la correcta ejecución de los trabajos. Ante nieblas densas se paralizarán los trabajos de izado de cargas.

Ante la existencia de trabajos de izado de cargas en presencia de líneas eléctricas deberá atenderse a lo analizado en el “Tratamiento de los servicios afectados” del presente Estudio de Seguridad y Salud, teniendo presente en todo momento el estudio de gálibos que se desarrollará al comienzo de las obras.

En zonas de acopios de materiales, se instalarán barandillas de protección en los pasillos habilitados para los trabajadores, con el fin de separarlos de los equipos de izado de cargas.

El elemento en suspensión debe ser sujeto por 2 puntos como mínimo, estando totalmente prohibido que ningún operario vaya encima de la pieza.

Se paralizarán los trabajos bajo régimen de vientos superiores a 50 km/h

Si alguna pieza llegara a su sitio de instalación girando sobre sí misma, se la intentará detener utilizando exclusivamente los cabos de gobierno. Se prohíbe intentar detenerla directamente con el cuerpo o alguna de sus extremidades, en prevención de riesgo de caídas por oscilación o penduleo de la pieza en movimiento

Se realizará un correcto y suficiente eslingado para asegurar la estabilidad de la carga suspendida tras el izado, además de verificar la correcta colocación y fijación de los ganchos a la carga suspendida. Si la carga estuviese izada en condiciones inseguras se deberá parar el proceso, se descenderá la carga al suelo y se procederá a su correcto enganche.

Antes del izado de cargas, se seleccionarán correctamente los puntos de anclaje de la carga para asegurar su estabilidad, se revisará que el equipo de trabajo está en perfectas condiciones con todos sus protecciones y mecanismos de seguridad.

La pieza a colocar no podrá ser soltada por la grúa hasta que el encargado del equipo de montaje lo ordene, una vez que aquella se encuentre en su posición correcta



Durante la elevación de la carga queda prohibido que ningún operario vaya sobre la misma

#### 1.4.2.6 Manipulación de cargas por medios manuales

Inicialmente en esta actividad no se consideran riesgos especiales, o procesos considerados como peligrosos. No obstante deberá tenerse en cuenta las condiciones del entorno (trabajos a borde de taludes, etc.), así como la concurrencia de diversas operaciones que se desarrollan sucesiva o simultáneamente, y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo, situaciones que exigirían la presencia del recurso preventivo durante las labores.

RIESGOS	PB	SV	GR
Sobreesfuerzos	M	M	M
Golpes por o contra objetos	B	M	B
Cortes por materiales	B	B	MB

#### Medidas preventivas

Para la ejecución de estos trabajos se requiere la presencia de Recurso Preventivo

Se procurará manipular las cargas cerca del tronco, con la espalda derecha, evitando giros e inclinaciones y se realizarán levantamientos suaves y espaciados.

El peso máximo que se recomienda no sobrepasar es de 25 kg. para los hombres y 15 kg. para las mujeres.

Cuando se sobrepasen estos valores de peso, se deberán tomar medidas preventivas de forma que el trabajador no manipule las cargas, o que consigan que el peso manipulado sea menor. Entre otras medidas, y dependiendo de la situación concreta, se podrían tomar alguna de las siguientes:

Uso de ayudas mecánicas.

Levantamiento de la carga entre las personas que sea necesario

Reducción de los pesos de las cargas manipuladas en posible combinación con la reducción de la frecuencia, etc.

No se manipularán cargas de más de 5 Kg. en postura sentada.

El desplazamiento vertical ideal de una carga es de hasta 25 cm.; siendo aceptables los desplazamientos comprendidos entre la "altura de los hombros y la altura de media pierna".

Se procurará evitar los desplazamientos que se realicen fuera de estos rangos. Si los desplazamientos verticales de las cargas son muy desfavorables, se deberán tomar medidas preventivas que modifiquen favorablemente este factor, como:

Utilización de mesas elevadoras.

Organizar las tareas de almacenamiento, de forma que los elementos más pesados se almacenen a la altura favorable, dejando las zonas superiores para los objetos menos pesados, etc.

Se diseñarán las tareas de forma que las cargas se manipulen sin efectuar giros. Los giros del tronco aumentan las fuerzas compresivas en la zona lumbar.

Unas asas o agarres adecuados van a hacer posible sostener firmemente el objeto, permitiendo una postura de trabajo correcta.

Es preferible que las cargas tengan asas o ranuras en las que se pueda introducir la mano fácilmente, de modo que permitan un agarre correcto, incluso en aquellos casos en que se utilicen guantes.

Si se manipulan cargas frecuentemente, el resto del tiempo de trabajo debería dedicarse a actividades menos pesadas y que no impliquen la utilización de los

mismos grupos musculares, de forma que sea posible la recuperación física del trabajador.

Desde el punto de vista preventivo, lo ideal es no transportar la carga una distancia superior a 1 metro.

La postura correcta al manejar una carga es con la espalda derecha, ya que al estar inclinada aumentan mucho las fuerzas compresivas en la zona lumbar. Se evitará manipular cargas en lugares donde el espacio vertical sea insuficiente.

Es conveniente que la anchura de la carga no supere la anchura de los hombros (60 cm. aproximadamente).

La profundidad de la carga no debería superar los 50 cm., aunque es recomendable que no supere los 35 cm. El riesgo se incrementará si se superan los valores en más de una dimensión y si el objeto no proporciona agarres convenientes.

La superficie de la carga no tendrá elementos peligrosos que generen riesgos de lesiones. En caso contrario, se aconseja la utilización de guantes para evitar lesiones en las manos.

Se realizarán pausas adecuadas, preferiblemente flexibles, ya que las fijas y obligatorias suelen ser menos efectivas para aliviar la fatiga.

Otra posibilidad es la rotación de tareas, con cambios a actividades que no conlleven gran esfuerzo físico y que no impliquen la utilización de los mismos grupos musculares.

Para evitar la fatiga, es conveniente que el trabajador pueda regular su ritmo de trabajo, procurando que no esté impuesto por el propio proceso.

Las tareas de manipulación manual de cargas se realizarán preferentemente encima de superficies estables, de forma que no sea fácil perder el equilibrio.

Los pavimentos serán regulares, sin discontinuidades que puedan hacer tropezar, y permitirán un buen agarre del calzado, de forma que se eviten los riesgos de resbalones.

El espacio de trabajo permitirá adoptar una postura de pie cómoda y no impedir una manipulación correcta.

Se evitará manejar cargas subiendo cuestras, escalones o escaleras.

En los lugares de trabajo al aire libre y en los locales de trabajo que, por la actividad desarrollada, no puedan quedar cerrados, deberán tomarse medidas para que los trabajadores puedan protegerse, en la medida de lo posible, de las inclemencias del tiempo.

Se procurará evitar la manipulación de cargas encima de plataformas, camiones, y todas aquellas superficies susceptibles de producir vibraciones.

Si el trabajador está sometido a vibraciones importantes en alguna tarea a lo largo de su jornada laboral, aunque no coincida con las tareas de manipulación, se deberá tener en cuenta que puede existir un riesgo dorsolumbar añadido.

Los equipos de protección individual no deberán interferir en la capacidad de realizar movimientos, no impedirán la visión ni disminuirán la destreza manual. Se evitarán los bolsillos, cinturones u otros elementos fáciles de enganchar. La vestimenta deberá ser cómoda y no ajustada.

Para levantar una carga deben seguirse los siguientes pasos:

Planificar el levantamiento. Utilizar las ayudas mecánicas precisas. Seguir las indicaciones que aparezcan en el embalaje acerca de los posibles riesgos de la carga, como pueden ser un centro de gravedad inestable, materiales corrosivos, etc. Si no aparecen indicaciones en el embalaje, observar bien la carga, prestando especial atención a su forma y tamaño, posible peso, zonas de agarre, posibles puntos peligrosos, etc. Probar a alzar primero un lado, ya que no siempre

el tamaño de la carga ofrece una idea exacta de su peso real. Solicitar ayuda de otras personas si el peso de la carga es excesivo o se deben adoptar posturas incómodas durante el levantamiento y no se puede resolver por medio de la utilización de ayudas mecánicas. Tener prevista la ruta de transporte y el punto de destino final del levantamiento, retirando los materiales que entorpezcan el paso. Usar la vestimenta, el calzado y los equipos adecuados.

Colocar los pies. Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento.

Adoptar la postura de levantamiento. Doblar las piernas manteniendo en todo momento la espalda derecha, y mantener el mentón metido. No flexionar demasiado las rodillas. No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas.

Agarre firme. Sujetar firmemente la carga empleando ambas manos y pegarla al cuerpo.

Levantamiento suave. Levantarse suavemente por extensión de las piernas manteniendo la espalda derecha. No dar tirones a la carga ni moverla de forma rápida o brusca.

Evitar giros. Procurar no efectuar nunca giros, es preferible mover los pies para colocarse en la posición adecuada.

Carga pegada al cuerpo. Mantener la carga pegada al cuerpo durante todo el levantamiento.

Depositar la carga. Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, por ejemplo la altura de los hombros o más, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre. Depositar la carga y después ajustarla si es necesario. Realizar levantamientos espaciados.

**Protecciones individuales**

Guantes de seguridad.

Calzado de seguridad.

Casco de seguridad.

Chaleco reflectante.

Ropa de trabajo adecuada.

Fajas lumbares.

**1.4.2.7 Cimentación y hormigonado de postes**

La ejecución de la excavación se realizará mediante máquina rotoperforadora, retirada de los materiales procedentes de la excavación, colocación de armaduras y hormigonado.

La fijación de las armaduras se realizará mediante la estudiantilla adecuada.

La excavación deberá señalizarse adecuadamente con cinta de balizamiento a fin de evitar accidentes. Una vez efectuada la excavación se procederá al hincado de la pica de tierra, utilizando para este efecto la máquina adecuada, clavando la pica de tierra en la pared de hoyo, dejando la parte superior a 50 cm por debajo del nivel de la cabeza del macizo. El cable se conectará a la pica mediante la grapa adecuada, debiendo asomar una longitud de cable que permita la conexión al poste a una altura de 45 cm por encima del nivel de la parte superior del macizo. La pica estará clavada en diagonal en principio en sentido de avance de la vía.

RIESGOS	PB	SV	GR
Caídas al mismo nivel.	B	M	B
Caída a distinto nivel	B	A	M
Caída de objetos en manipulación	B	B	MB
Atrapamientos	B	M	B
Proyección de partículas	B	M	B
Golpes contra objetos o herramientas	M	B	B
Exposición a temperaturas extremas	B	A	M
Exposición a contacto eléctricos	M	M	M
Sobreesfuerzos	B	B	MB
Pisadas sobre objetos	B	M	B
Atropellos	B	A	M
Colisiones	B	A	M

### Medidas preventivas

Se atenderá a lo dispuesto en el apartado referente a maquinaria y en particular lo referente a rotoperforadora.

Sólo está permitido a las personas autorizadas el uso de la maquinaria en obra. Los operarios autorizados para su empleo, si observan algún riesgo o funcionamiento defectuoso en ellas, deberán comunicarlo inmediatamente al encargado o responsable de los trabajos.

Queda terminantemente prohibido anular, bloquear o desmontar cualquier dispositivo de seguridad de las máquinas.

Toda maquinaria que interviene en obra deberá ser utilizada de acuerdo con las instrucciones y recomendaciones especificadas en su ficha de seguridad.

Toda maquinaria en obra deberá seguir un programa de mantenimiento revisándose de forma especial sus elementos de seguridad.

No se ha de tratar de manipular aparatos o cargas que se encuentren sujetos o atrapados. Puede provocar el vuelco o el movimiento brusco de la máquina que se emplee, siendo sumamente peligrosos para las personas que intervienen en los trabajos.

En los desplazamientos de la máquina, actuar con precaución. Se han de usar los avisadores acústicos antes de iniciar la marcha y estar muy atento a las personas que se encuentran cerca.

Nunca emprender la marcha o cambio de dirección de la misma sin mirar y cerciorarse de que no existe riesgo para los operarios próximos a la misma.

No se debe circular ni permanecer en la zona de acción de la máquina.

Las zonas de trabajo se mantendrán en perfecto estado de orden y limpieza.

Las bocas de las perforaciones se protegerán con barandillas de 1m de altura y se taparán siempre que el entubado o cualquier otro elemento su estudio suficientemente esta protección.

Previamente a la iniciación de los trabajos se resolverán las posibles interferencias de la excavación con canalizaciones de servicios existentes.

No situarse jamás bajo una carga suspendida.

Se revisarán diariamente los elementos sometidos a esfuerzo.

Se prohíbe cargar pesos superiores a la máxima carga útil.



Disponer de los elementos de seguridad tales como fines de carrera, limitadores de carga y pestillo de seguridad.

No permanecer en el radio de acción de la máquina, reduciéndose en lo posible la presencia de personas en el entorno.

Respetar las zonas de paso de peatones y vehículos.

El equipo vibrador debe ser utilizado siempre por personal especializado.

Las operaciones de mantenimiento y reparaciones se realizarán por personal especializado. Si en la operación hubiese falta de visión del operador será auxiliado por el correspondiente ayudante.

Se comprobará el correcto eslingado de las piezas para impedir desplazamientos no controlados y descuelgue de cargas.

No introducir los dedos en los elementos de unión y enganche de eslingas a elementos a transportar.

No realizar las operaciones de unión y desunión hasta que la grúa o maquina de manutención esté parada.

Se revisarán diariamente por parte del encargado los medios de sujeción e izado.

Utilizar guantes, casco y calzado de seguridad.

Para la realización de excavaciones si por el terreno se produjese polvo, se utilizarán mascarillas.

Se limpiarán los bordes de la excavación, prohibiéndose el acopio de tierra o de materiales a menos de 1 metro del borde, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.

Las zanjas y hoyos con profundidad superior a 1,20 metros, en función de las características del terreno se mantendrán sus caras laterales con talud suficiente o se adoptará un sistema idóneo de entibación.

Se respetarán las distancias de seguridad para la circulación de vehículos, impidiendo que se aproximen a los bordes de las excavaciones, lo cual se señalizará.

Se vigilará el comportamiento del terreno de las zanjas o excavaciones, muy especialmente en tiempo de lluvias, pues se podrían ocasionar desprendimientos de no existir entibación.

No se permitirá que un operario permanezca sólo durante la excavación en el tajo.

Las excavaciones quedarán siempre señalizadas y protegidas, para evitar caídas. En zonas de paso de terceros, las excavaciones dispondrán de barandillas, vallas peatonales o se cubrirán con chapa estriada.

Todas las excavaciones a la espera de la operación de hormigonado serán señalizadas mediante cintas de balizamiento a doble altura, entre 40 cm y 1

m. y el diámetro de la excavación quedará totalmente cubierto mediante una chapa estriada.

Las actividades de excavación y hormigonado se estudioificarán de forma que quede el menor número de excavaciones abiertas sin hormigonar, para disminuir el peligro de caída a los huecos.

Se prohíbe que el operario acceda al interior del hoyo una vez realizada la excavación, además los hoyos se mantendrán siempre protegidos contra la caída de personas al interior. Se procederá a proteger los extremos de las armaduras con tapones.

El operario que realiza la actividad de nivelado de trépano deberá estar a una distancia mínima de 2 metros mientras la máquina realiza su actividad.

Si se realizan trabajos de excavación por la noche se asegurará la iluminación en toda la obra, es decir en lugares de trabajo y desplazamiento. Los restos de la excavación se colocarán en lugares predeterminados y apartados de los lugares de paso de personal.

En el caso de cimentaciones con armaduras se encintarán las armaduras con cinta de balizamiento para hacerlas más visibles tras su hormigonado, hasta la instalación del poste o anclaje, podrán instalarse tapones de protección de material plástico en el extremo.

Si en las cimentaciones quedan armaduras metálicas o barras para señalizar se protegerán los extremos con elementos adecuados, para evitar heridas a los trabajadores.

En el caso de emplear hoyadoras, se realizará el traslado de esta con trépanos plegados, garantizando la no proximidad a líneas eléctricas aéreas.

Para manipulación directa del hormigón se utilizarán guantes de nitrilo o goma.

Para realizar trabajos de excavación y de hormigonado se utilizarán elementos de protección ocular.

Para la colocación de la pica de toma de tierra será obligatoria la utilización de un soporte de seguridad que tape la superficie del diámetro del hoyo a excepción del hueco necesario para la pica de forma que el operario pueda realizar la actividad minimizando los riesgos existentes. El trabajador deberá utilizar arnés de seguridad.

Para proceder a la colocación de la rejilla, el operario designado deberá estar permanentemente acompañado además se emplearán protecciones de seguridad para su correcta colocación, evitando posibles resbalones o golpes minimizando en lo posible el riesgo.

**Medios auxiliares y catenaria**

Rotoperforadora-hoyadora de vía.

Camión-vía con grúa para transporte y colocación de armaduras.

Plataforma de vía para retirada de tierras.

Camión hormigonera de vía.

Martillo-compactador.

Vibrador de hormigón.

Grupo electrógeno.

Máquina taladradora, tipo HILTI o similar.

Herramientas manuales.

**Protecciones Individuales**

Casco.

Guantes.

Botas.

Gafas o pantallas contra impactos.

**Protecciones Colectivas**

Balizamiento de toda la zona ocupada.

Barandillas.

Extintor.

Vallas para la limitación de las zonas de trabajo.

#### **1.4.2.8 Premontajes**

La actividad de premontaje comprende todas las operaciones necesarias para la preparación en almacén de materiales y de conjuntos premontados destinados a su posterior instalación en su posición definitiva en obra.

A continuación se indican los elementos susceptibles de premontaje:

Anclajes de conductores y tirantes de anclaje.

Herrajes varios.

Ménsulas.

Péndolas.

Equipos de tensionamiento mecánico (compensación mecánica).

Durante la ejecución de estos trabajos será preceptiva la presencia de recurso preventivo siempre que se hagan trabajos de manipulación de cargas, trabajos en altura o cuando exista tal concurrencia de actividades que requiera que el recurso preventivo controle la ejecución de los métodos de trabajo.

RIESGOS	PB	SV	GR
Caídas al mismo nivel.	B	M	B
Caída a distinto nivel	B	A	M
Caída de objetos en manipulación	B	B	MB
Atrapamientos	B	M	B
Proyección de partículas	B	M	B
Golpes contra objetos o herramientas	M	B	B
Exposición a temperaturas extremas	B	A	M
Exposición a contacto eléctricos	M	M	M
Sobreesfuerzos	B	B	MB
Pisadas sobre objetos	B	M	B
Atropellos	B	A	M
Incendios	B	A	M

### Medidas preventivas

Se deberán coordinar estos trabajos para evitar la interferencia con otros trabajos y trabajadores tanto dentro del radio de acción de la grúa, como dentro del radio de acción de la carga. Por lo tanto, se deberán acotar, señalizar y, en su caso, colocar protecciones colectivas en dichas zonas, antes de la descarga de materiales, debiendo además poner en conocimiento de dicha circunstancia a todos los posibles trabajadores afectados. En el caso de la descarga de materiales, cuando el operador del equipo de elevación no tenga visibilidad o control sobre la zona de descarga, y por analogía a las prescripciones definidas en el R.D.

837/2003, deberá estar auxiliado por un señalista que dirija las operaciones.

Para la descarga de materiales mediante grúas, se extenderán los brazos estabilizadores posicionados sobre terreno estable, atendiendo a las instrucciones del fabricante y a los límites de carga máxima.

Será obligatoria la utilización de gafas de protección ocular durante la fase de graneteado y cortado de tubos.

Las herramientas de corte y prensado dispondrán de marcado CE.

Se realizará un análisis específico de cada puesto de trabajo y de la distribución de componentes, mesas de trabajo, las piezas a premontar, conjuntos definitivos y útiles, con el fin de impedir que se realicen en zonas de tránsito de vehículos, paso de maquinaria, o puedan ser afectados por otros trabajadores y para disminuir las distancias de manipulación de cargas.

La contaminación acústica así como las vibraciones generadas por los distintos equipos (sierra, prensa, etc.), será evaluada específicamente, detectando focos excesivos o acoplamientos.

En el caso de utilizar corte oxiacetilénico, se realizará con los equipos adecuados y realizado por personal especializado. Las botellas nunca se almacenarán expuestas al sol, quedando posicionadas verticalmente y desplazadas mediante carro específico. Se usarán gafas protectoras adecuadas para este tipo de soldadura, peto que cubra de posibles quemaduras en la ropa, para proteger el calzado de las chispas que se desprenden y guantes para protección de las manos.

Se pondrán todas las medidas necesarias para evitar incendios y su propagación, especialmente cuando se utilicen máquinas de soldar y radiales. La forma será mediante pantallas de protección, cortafuegos, agua, etc., u otras medidas previas al comienzo de los trabajos. Se deberá eliminar la ubicación de material comburente en las proximidades de estos trabajos y deberá estar presente siempre un extintor junto a cada equipo de trabajo.

En el caso de existir depósitos y almacén de combustibles, se realizará una instalación acorde a las Normas de la Dirección General de Industria.

### **Medios auxiliares y catenaria**

Camión.

Sierra eléctrica.

Roscadora de tubos.

Presas hidráulica.

Equipo de soldadura.

Amoladora

Equipo oxicorte

Peso / dinamómetro.

### **Protecciones Individuales**

Casco.

Guantes.

Botas con puntera y estudiantilla reforzada.

Gafas o pantallas contra impactos.

Gafas de protección para oxicorte

Guantes de protección para oxicorte

### **Protecciones Colectivas**

Balizamiento y señalización



#### **1.4.2.9 Izado y aplomado de postes**

El izado del poste se realizará mediante eslingas adecuadas a las cargas a soportar, la grúa deberá tener desplegados sus estabilizadores y nunca se sobrepasará la carga máxima permitida.

Para cimentaciones con armadura, tras insertar la placa base del poste en la cimentación se instalarán las tuercas y contratuercas y dando el apriete necesario. No se retirarán las eslingas hasta que no quede el poste convenientemente sujeto mediante las tuercas y contratuercas.

En caso de ser necesaria la sustitución del poste, se realizará el mismo proceso pero a la inversa, estando amarrado a la grúa antes de su liberación.

Para las cimentaciones con cangilón, tras introducir el poste en el cangilón se instalarán las cuñas que permitan su nivelación y garantizando su estabilidad, momento en el cual se liberan las eslingas usadas en el izado, procediendo a continuación al hormigonado y enrasado de la cimentación. El izado del poste se realizará una vez haya dado el hormigón de la cimentación resistencia suficiente para instalar el poste.

Durante la ejecución de estos trabajos será preceptiva la presencia de recurso preventivo siempre que se hagan trabajos de manipulación de cargas, trabajos en altura o cuando exista tal concurrencia de actividades que requiera que el recurso preventivo controle la ejecución de los métodos de trabajo.

RIESGOS	PB	SV	GR
Caídas al mismo nivel.	B	M	B
Caída a distinto nivel	B	A	M
Caída de objetos en manipulación	B	B	MB
Atrapamientos	B	M	B
Atropellos	B	A	M
Golpes contra objetos o herramientas	M	B	B
Sobreesfuerzos	B	M	B
Exposición a contacto eléctricos	M	M	M
Cortes	B	B	MB

### Medidas preventivas

Durante la ejecución de los trabajos los trabajadores permanecerán dentro de la superficie para ello indicada y nunca sobre tablonos o plataformas similares.

Se adoptarán las medidas necesarias para evitar el vuelco del material, ataduras, calzos, análisis de la distribución y asentamiento del material.

En los acopios se tendrá en cuenta la resistencia de la base en la que se asienten, en función del peso del material a acopiar.

Debe indicarse el obligado cumplimiento del Real Decreto 837/2003 en cuanto a las obligaciones por parte de los gruista de tener el carné de operador de grúa y a la obligación por parte de la empresa usuaria de designar un jefe de maniobra con las obligaciones contempladas en el R.D.

Los trabajos en altura se realizarán sobre la plataforma del castillete de vía, siguiendo las medidas preventivas incluidas en el presente Estudio de Seguridad y Salud.

En todos los lugares en los que los trabajadores hayan de realizar trabajos deberán cuidarse el orden de los materiales y herramientas, pero especialmente en los castilletes o plataformas.

Se esmerará el orden y limpieza durante la ejecución de los trabajos.

Cuando exista una línea de alta tensión, en las proximidades del punto a replantear, se garantizará que las miras metálicas utilizadas no entran en la zona de peligro, según indica el RD 614/2001. Se vigilará y protegerá el contacto eléctrico con líneas de alta tensión en el manejo de armaduras.

Cuando se descarguen materiales mediante grúa o similar, siempre se extenderán los brazos estabilizadores y se realizará sobre suelo estable, pudiendo auxiliarse con tableros de madera, nunca se sobrepasar el peso máximo indicado por el fabricante de la grúa.

Se revisarán visualmente eslingas, estrobos y similares empleados en la carga y descarga, desechando aquellos que presenten defectos. Se seleccionarán las adecuadas a las cargas a izar.

Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un coeficiente mínimo de seguridad de 10 (diez). El manejo se realizará con guantes de cuero. No se utilizarán para cargas superiores a las indicadas por el fabricante en la propia cinta o eslinga.

Los cables tendrán un coeficiente mínimo de seguridad de seis. Su manejo se realizará con guantes de cuero.

Las palancas de maniobras de las grúas deberán estar perfectamente indicadas y siempre que sea posible, las maniobras serán telemandadas.

Los ganchos de las grúas y camiones-grúa estarán dotados obligatoriamente de pestillo de seguridad.

No se desplazará la carga por encima del personal. Cuando por efecto de los trabajos, las cargas se deban desplazar por encima del personal, el gruista utilizará señal acústica que advierta de sus movimientos, permitiendo que el personal se pueda proteger.

A criterio del responsable de los trabajos, las actividades de su personal serán suspendidas cuando las condiciones meteorológicas incidan negativamente en la seguridad de los trabajadores.

### **Medios auxiliares y maquinaria**

Castillete vía.

Grúa autopropulsada.

Herramienta manual.

### **Protecciones individuales**

Casco de seguridad.

Botas de seguridad.

Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.

Ropa de trabajo.

Gafas contra impactos y antipolvo.

Arnés

### **Protecciones colectivas**

Balizamiento de toda la zona ocupada.

Extintor.

Vallas para la limitación de las zonas de trabajo

#### **1.4.2.10 Montaje de pórticos rígidos y silletas**

Se realizará la instalación previa de las placas de asiento sobre postes. Se traslada hasta el tajo el dintel del pórtico en tramos premontados y se unen a pie de obra. El izado del dintel del pórtico se realiza mediante eslingas adecuadas a las cargas a soportar, la grúa deberá tener desplegados sus estabilizadores y nunca se sobrepasará la carga máxima permitida.

El izado se realizará lentamente y permitiendo la ubicación del dintel entre los postes correspondientes, permitiendo su fijación en cada postes, dando el apriete necesario a tuercas y contratueras. Para cargar esta estructura sobre los postes, las cimentaciones deben haber dado su resistencia en función de las características del material y la instalación realizada.

Durante la operación de izado, ha de ponerse especial cuidado, en no producir deformaciones permanentes en la estructura. A continuación se suspenden de la viga las silletas tipo que correspondan.

En caso de ser necesaria el desmontaje o la sustitución del dintel, se realizará el mismo proceso pero a la inversa, teniendo amarrado a la grúa antes de su liberación.

Para pórticos pequeños la operación se realizará con una dresina de trabajo mediante eslingas adecuadas a la carga a manipular, anclándola en la zona media pero separada aproximadamente 4 metros para evitar posibles movimientos bruscos.

La posterior fijación de pórtico a poste la realizará el operario escalando por el poste previamente sujeto mediante arnés de seguridad integral y doble gancho.

En caso de que el pórtico sea mayor y no se pueda manipular con una pluma se realizará con dos dresinas de trabajo, o bien mediante grúa autopropulsada.

Para posteriormente desenganchar la eslinga de trabajo se realizará desde otra máquina ya sea dresina de trabajo o bien cesta homologada como conjunto.

El montaje y colocación de los soportes de ménsula se realizarán desde dresina de trabajo con castillete o bien desde cesta homologada como conjunto.

Durante la ejecución de estos trabajos será preceptiva la presencia de recurso preventivo siempre que se hagan trabajos de manipulación de cargas, trabajos en altura o cuando exista tal concurrencia de actividades que requiera que el recurso preventivo controle la ejecución de los métodos de trabajo.

RIESGOS	PB	SV	GR
Caídas al mismo nivel.	B	M	B
Caída a distinto nivel	B	A	M
Caída de objetos en manipulación	B	B	MB
Atrapamientos	B	M	B
Atropellos	B	A	M
Golpes contra objetos o herramientas	M	B	B
Sobreesfuerzos	B	M	B
Exposición a contacto eléctricos	M	M	M
Cortes	B	B	MB

### Medidas preventivas

Cuando se descarguen materiales mediante grúa o similar, siempre se instarán los brazos estabilizadores y se realizará sobre suelo estable, pudiendo auxiliarse con tableros de madera, nunca se sobrepasar el peso máximo indicado por el fabricante de la grúa.

Se revisarán visualmente eslingas, estrobos y similares empleados en la carga y descarga, desechando aquellos que presenten defectos. Se seleccionarán las adecuadas a las cargas a izar.

Los elementos descargados se dispondrán en posición horizontal, garantizando su estabilidad al destrobar e impidiendo el deslizamiento de los materiales gracias a auxiliares de obra.

Se adoptarán las medidas necesarias para evitar el vuelco del material, ataduras, calzos, análisis de la distribución y asentamiento del material, etc.

Debe indicarse el obligado cumplimiento del Real Decreto 837/2003 en cuanto a las obligaciones por parte de los gruístas de tener el carné de operador de grúa y a la obligación por parte de la empresa usuaria de designar un jefe de maniobra con las obligaciones contempladas en el R.D.

Los trabajos en altura serán realizados mediante castillete o cesta elevadora. En aquellos casos en los que esto no sea posible se instalará justificadamente una línea de vida adaptada al trabajo a realizar a la que deberá engancharse mediante un arnés de seguridad el trabajador.

Se pondrán todas las medidas necesarias para evitar incendios y su propagación, especialmente cuando se utilicen máquinas de soldar y radiales. La forma será mediante pantallas de protección, cortafuegos, agua, etc., u otras medidas previas al comienzo de los trabajos.

Cuando se depositen temporalmente materiales en la plataforma de vía, se realizará de tal modo que no afecten al gálibo de la misma, y asegurando que no lo invada accidentalmente.

### **Medios auxiliares y maquinaria**

Castillete vía.

Grúa autopropulsada.

**Protecciones individuales**

Casco de seguridad.

Botas de seguridad.

Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.

Ropa de trabajo.

Gafas contra impactos y antipolvo.

Arnés

**Protecciones colectivas**

Sistemas de comunicación.

Señalización.

Extintor.

**1.4.2.11 Enclavamiento y telemando**

Se llevará a cabo de acuerdo a las medidas especificadas para bastidores, subbastidores y equipos electrónicos. No pudiendo interferir sin permiso instalaciones en funcionamiento.

Consiste en la aplicación de software especializado para las labores de telemando de las instalaciones de seguridad de la circulación. Salvaguardará en todo momento la funcionalidad de las instalaciones y se realizará por personal especializado, con permisos de los responsables de circulación y mantenimiento en periodos prefijados reponiendo la funcionalidad a su finalización durante las pruebas. La puesta en servicio será validada por los responsables de circulación y su mantenimiento.



Durante la ejecución de estos trabajos será preceptiva la presencia de recurso preventivo siempre que se hagan trabajos de manipulación de cargas, trabajos en altura o cuando exista tal concurrencia de actividades que requiera que el recurso preventivo controle la ejecución de los métodos de trabajo.

RIESGOS	PB	SV	GR
Caídas al mismo nivel.	B	M	B
Caída a distinto nivel	B	A	M
Aplastamiento	B	A	M
Electrocución	B	A	M
Riesgos a terceros	B	M	B
Sobreesfuerzos	B	M	B
Pisadas sobre objetos	B	M	B
Incendios	B	A	M

### Medidas preventivas

Mantener el lugar de la obra lo más limpio posible.

Uso de escaleras normalizadas según norma EN 133.

La superficie debe ser horizontal, resistente y antideslizante.

No manipular materiales que excedan los 25 kg por una sola persona.

Solicitar ayuda de otras personas o utilizar medios mecánicos.

Al transportar la carga seguir las siguientes recomendaciones: Apoyar los pies firmemente y separarlos con una distancia aproximada a la que hay entre los hombros, doblar las rodillas para coger el peso, mantener en todo momento la

espalda recta, cargar o transportar los pesos pegándolos al cuerpo en posición erguida.

Se cumplirá en todo momento lo dispuesto en el R.D. 286/2006 sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente a la exposición al ruido.

El montaje de los elementos de esta instalación se realizará sin tensión.

Se deberá informar previamente de las posibles canalizaciones eléctricas en torno a la zona de trabajo.

Trabajos en proximidad eléctrica serán realizados y supervisados por personal autorizado.

Se deberá asegurar el correcto estado de la toma de tierra, así como la correcta conexión de los armarios a éstas.

No alimentar los equipos sin la completa instalación y verificación.

Alimentación sólo para pruebas por personal técnico.

No alimentar con conductores fuera de Bornes dentro de la cabina.

Desconexión hasta su puesta en servicio por personal técnico cualificado.

### **Protecciones individuales**

Casco de seguridad.

Botas de seguridad.

Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.

Ropa de trabajo.

## **Protecciones colectivas**

Balizamiento

Señalización.

Extintor.

### **1.4.2.12 Tendido de cables, empalmes y conexionado de equipo**

El extremo de los cables, antes de su conexión, permanecerá aislado sin posibilidad de tocar tierra o parte metálica para no transferir potenciales eléctricos o corrientes vagabundas que pueden existir o generarse intempestivamente.

La conexión de los cables a elementos en activo o al sistema de mando y control se realizará con permiso y presencia de personal de Adif.

En el caso de pruebas se respetará el período solicitado, se desenergizará la instalación o parte de la instalación probada si se aplaza su puesta en servicio.

El levante de cables supone las operaciones inversas a su tendido y se realizará cuando los cables estén tendidos en canalización o canaleta. Se llevará a cabo una vez que estén dados de baja por los responsables de mantenimiento, verificando la ausencia de tensiones.

Tanto para la realización del tendido de cables como la realización de empalmes en la zona de seguridad se requerirá la presencia de piloto de seguridad para evitar arrollamientos.

Las características técnicas y el método de realizar los empalmes de cables deberán cumplir las normas de Adif.

Durante la ejecución de estos trabajos será preceptiva la presencia de recurso preventivo siempre que se exista tal concurrencia de actividades que requiera que el recurso preventivo controle la ejecución de los métodos de trabajo.

RIESGOS	PB	SV	GR
Caídas al mismo nivel.	B	M	B
Pisadas sobre objetos punzantes	B	M	B
Exposición a condiciones climáticas adversas	B	M	B
Riesgos a terceros	B	M	B
Sobreesfuerzos	B	M	B
Arrollamiento	B	A	M
Cortes y golpes	B	B	MB
Aplastamiento	B	A	M
Incendios	B	A	M
Electrocución	B	A	M

### Medidas preventivas

Mantener el lugar de la obra lo más limpio posible.

Se deberá prestar especial atención a los posibles accidentes del terreno que pudieran producir el vuelco o aceleración del transporte, evitando el arrollamiento de personas.

Se cumplirá lo establecido en el RGC y en la NAV 7-0-1-0.

Para la adaptación de los cables a sus conexiones usar herramientas acordes con la necesidad.

Las operaciones de soldadura se realizarán por personal debidamente formado siguiendo un procedimiento descrito

Los trabajos serán realizados y supervisados por personal autorizado, formado y cualificado.

Se deberá asegurar el correcto estado de la toma de tierra así como la correcta conexión de los armarios y pantallas.

Los extremos de las bobinas se aislarán para que no estén en contacto con la tierra.

Se cumplirá en todo momento lo dispuesto en el R.D. 614/2001 en trabajos con riesgos eléctrico

Cuando sea necesario el corte de suministro eléctrico se cortará la corriente en el cuadro eléctrico con el aviso de que no se conecte por haber personas trabajando en la red.

No manipular materiales que excedan los 25 kg por una sola persona solicitar ayuda de otras personas o utilizar medios mecánicos

Al transportar la carga seguir las siguientes recomendaciones: Apoyar los pies firmemente y separarlos con una distancia aproximada a la que hay entre los hombros, doblar las rodillas para coger el peso, mantener en todo momento la espalda recta, cargar o transportar los pesos pegándolos al cuerpo en posición erguida.

Cuando la bobina está fija, soportada sobre gatos, habrá que asegurar que éstos están apoyados sobre superficie horizontal, permaneciendo siempre un operario junto a la bobina, para facilitar el giro de ésta y evitar el vuelco al tirar del cable.

### **Protecciones individuales**

Casco de seguridad.

Botas de seguridad.

Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.

Ropa de trabajo.

#### **1.4.2.13 Tendido de cables en zanjas**

Antes del proceder al tendido de los cables se comprobará que la zanja está limpia de cascotes y piedras gruesas que pudieran perjudicar el asiento de los cables.

El tendido de los cables en zanja se puede realizar de dos formas: a mano o mediante cualquier dispositivo de arrastre mecánico (cablejet).

El tendido del cable manual puede realizarse cuando se trate de tramos cortos o de cables ligeros.

Para el tendido de cables grandes y pesados el tendido se realizará mediante un dispositivo de arrastre mecánico.

Primero se coloca un lecho de arena de río o de tierra totalmente exenta de piedras. Después se tienden los cables, colocando las bobinas en unos gatos de forma que al tirar del cable, salga de las bobinas por la parte superior de éstas.

Durante las operaciones de tendido, se irá frenando la bobina con objeto de que el cable no salga demasiado deprisa o forme bucles que puedan dificultar el arrastre del mismo.

El tendido de los cables se hará de forma suave sin tirones.

Para dirigir y levantar el extremo del cable durante el tendido, se utilizará una cuerda de grosor y longitud adecuados, con el fin de que manejada por un hombre a lo largo de la zanja, pueda éste dirigir el extremo del cable por encima de los rodillos y salvar los posibles obstáculos que pudieran presentarse.

Junto a la bobina del cable ha de haber dos hombres, uno para manejar y frenar la bobina en caso de necesidad y otro para cuidar que el cable salga sin fricción.

No se colocará el cable sobre el hombro sino que se sostendrá con las manos evitando ángulos agudos, respetando que el radio de curvatura sea al menos 20 veces el diámetro exterior del cable.

Una vez agotado el cable de una bobina se cambiará la bobina vacía por otra llena y se procederá al tendido del nuevo cable.

Durante la ejecución de estos trabajos será preceptiva la presencia de recurso preventivo siempre que se exista tal concurrencia de actividades que requiera que el recurso preventivo controle la ejecución de los métodos de trabajo.

RIESGOS	PB	SV	GR
Caídas al mismo nivel.	B	M	B
Pisadas sobre objetos punzantes	B	M	B
Exposición a condiciones climáticas adversas	B	M	B
Riesgos a terceros	B	M	B
Sobreesfuerzos	B	M	B
Aplastamiento	B	A	M
Incendios	B	A	M
Electrocución	B	A	M
Golpes	M	B	B

### Medidas preventivas

Mantener el lugar de la obra lo más limpio posible.

Se deberá prestar especial atención a los posibles accidentes del terreno que pudieran producir el vuelco o aceleración del transporte, evitando el arrollamiento de personas.

Se cumplirá lo establecido en el RGC y en la NAV 7-0-1-0.

Para la adaptación de los cables a sus conexiones usar herramientas acordes con la necesidad.

Las operaciones de soldadura se realizará por personal debidamente formado siguiendo un procedimiento descrito

Los trabajos serán realizados y supervisados por personal autorizado, formado y cualificado.

Se deberá asegurar el correcto estado de la toma de tierra así como la correcta conexión de los armarios y pantallas.

Los extremos de las bobinas se aislarán para que no estén en contacto con la tierra.

Se cumplirá en todo momento lo dispuesto en el R.D. 614/2001 en trabajos con riesgos eléctrico

Cuando sea necesario el corte de suministro eléctrico se cortará la corriente en el cuadro eléctrico con el aviso de que no se conecte por haber personas trabajando en la red.

No manipular materiales que excedan los 25 kg por una sola persona solicitar ayuda de otras personas o utilizar medios mecánicos

Al transportar la carga seguir las siguientes recomendaciones: Apoyar los pies firmemente y separarlos con una distancia aproximada a la que hay entre los hombros, doblar las rodillas para coger el peso, mantener en todo momento la espalda recta, cargar o transportar los pesos pegándolos al cuerpo en posición erguida.



Cuando la bobina está fija, soportada sobre gatos, habrá que asegurar que éstos están apoyados sobre superficie horizontal, permaneciendo siempre un operario junto a la bobina, para facilitar el giro de ésta y evitar el vuelco al tirar del cable.

### **Protecciones individuales**

Casco de seguridad.

Botas de seguridad.

Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.

Ropa de trabajo.

### **Protecciones colectivas**

Balizamiento y señalización de la zona de trabajo.

Extintor.

Verificador de ausencia de tensión.

#### **1.4.2.14 Tendido de cables en canalización**

Las canalizaciones mediante conductos de PVC, se utilizarán normalmente en el tendido de cables generales entre señales de entrada de las estaciones, subestaciones, cruces de vía, andenes, carreteras etc.

El tendido del cable se realizará partiendo de la arqueta situada en el punto medio de la sección de cable que se quiera tender, procediendo al tendido de la mitad de la bobina en un sentido y la otra mitad en el contrario.

En primer lugar se fija la bobina sobre unos gatos en una posición estable y adyacente a la arqueta desde la que se comenzará el tendido. Acto seguido se une el extremo de la manga de tracción al hilo guía por medio de un anillo móvil

antigiratorio, para evitar las posibles torsiones de este en su recorrido por el conducto.

Se distribuye a los operarios de la siguiente manera:

El primero permanecerá encargado de la bobina y supervisará la velocidad de giro del carrete, así como su parada y avance cuando se requiera por parte del resto del personal implicado en el tendido.

En la posición donde se encuentra la bobina, además del encargado, se requiere un segundo operario que realiza las funciones de control de giro del carrete e introduce en la arqueta de tendido el cable dándole la curvatura adecuada y evitando el roce del mismo con el suelo ó la boca de la arqueta.

En arquetas intermedias en las que el cable continúa recto un operador se situara en su interior para asegurar el correcto paso por la arqueta, ayudando en la tarea del extraerlo de un conducto y embocarlo en el siguiente.

En la arqueta desde la que se realiza el tiro del cable, un operario se encargará de las tareas de tiro, mientras que un segundo va recibiendo el cable y disponiéndolo de forma adecuada.

El tendido se realizará en intervalos de 300 a 400 metros.

Durante la ejecución de estos trabajos será preceptiva la presencia de recurso preventivo siempre que se hagan trabajos de manipulación de cargas, trabajos en altura o cuando exista tal concurrencia de actividades que requiera que el recurso preventivo controle la ejecución de los métodos de trabajo.

RIESGOS	PB	SV	GR
Caídas al mismo nivel.	B	M	B
Pisadas sobre objetos punzantes	B	M	B
Exposición a condiciones climáticas adversas	B	M	B
Riesgos a terceros	B	M	B
Sobreesfuerzos	B	M	B
Arrollamiento	B	A	M
Golpes	B	B	MB
Aplastamiento	B	A	M
Incendios	B	A	M

### Medidas preventivas

Mantener el lugar de la obra lo más limpio posible.

Delimitar con cinta roja y blanca zonas no transitables.

Tanto en un caso como en otro deberá prestarse atención a los posibles accidentes del terreno que pudieran producir el vuelco o aceleración del transporte, evitando el arrollamiento de personas.

Los trabajos serán realizados y supervisados por personal autorizado, formado y cualificado.

Se deberá asegurar el correcto estado de la toma de tierra así como la correcta conexión de los armarios y pantallas.

Los extremos de las bobinas se aislarán para que no estén en contacto con la tierra.

Se cumplirá en todo momento lo dispuesto en el R.D. 614/2001 en trabajos con riesgos eléctrico.

Cuando sea necesario el corte de suministro eléctrico se cortará la corriente en el cuadro eléctrico con el aviso de que no se conecte por haber personas trabajando en la red.

Para la adaptación de los cables a sus conexiones usar herramientas acordes con la necesidad.

Las operaciones de soldadura se realizará por personal debidamente formado siguiendo un procedimiento descrito.

Se cumplirá lo establecido en el RGC y en la NAV 7-0-1-0.

No manipular pesos superiores a 25 Kg. en solitario.

Cuando la bobina está fija, soportada sobre gatos, habrá que asegurar que éstos están apoyados sobre superficie horizontal, permaneciendo siempre un operario junto a la bobina, para facilitar el giro de ésta y evitar el vuelco al tirar del cable.

Cuando al tirar del cable desde el interior de la Cámara Registro o de Arquetas se encuentre alguna resistencia, deberá analizarse la causa.

### **Protecciones individuales**

Casco de seguridad.

Botas de seguridad.

Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.

Ropa de trabajo.

Mandil, manguitos, polaina y guantes para soldar

#### **1.4.2.15. Maquinaria de obra**

##### **Normas generales**

La maquinaria tendrá marcado CE o certificado de homologación, así mismo, en caso de utilizar una maquinaria no contemplada en el estudio se realizara un anexo al estudio de seguridad y salud.

Será obligatorio el uso de rotativo luminoso y avisador acústico de marcha atrás, con el fin de controlar el riesgo de choque y/o atropello.

Se prohíbe la permanencia o presencia de personal en el radio de acción de la maquina o de cualquiera de sus elementos móviles.

La máquina se utilizará para el fin que fue creada, siguiendo en todo momento las recomendaciones y especificaciones del manual de dicha máquina.

Antes de poner en funcionamiento la máquina debemos considerar el entorno y las condiciones de trabajo como condicionantes de la ejecución del mismo.

Como regla general todos los conductores deberán ir provistos de chaleco reflectante, casco, y botas de seguridad al bajarse de la cabina.

Se prohíbe la manipulación de cualquier elemento componente de una máquina accionada mediante energía eléctrica, estando conectada a la red.

Los engranajes de cualquier tipo, de accionamiento mecánico, eléctrico o manual, estarán cubiertos por carcasas protectoras antiatrapamientos.

Los tornillos sin fin accionados mecánicamente o eléctricamente, estarán revestidos por carcasas protectoras antiatrapamientos.

Las máquinas de funcionamiento irregular o averiadas serán retiradas inmediatamente para su reparación.

Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas al personal no especializado específicamente en la máquina objeto de la reparación.

Como precaución adicional para evitar la puesta en servicio de la máquina averiada o de funcionamiento irregular, se bloquearán los arrancadores, o en su caso, se extraerán los fusibles eléctricos.

Solo el Personal autorizado con documentación escrita específica, será el encargado de la utilización de una determinada máquina.

La elevación o descenso, a máquina, de objetos, se efectuará lentamente, izándolos en directriz vertical. Se prohíben los tirones inclinados.

Los ganchos de cuelgue de los aparatos de izar, quedarán libres de cargas durante las fases de descenso.

Las cargas en transporte suspendido estarán siempre a la vista de los maquinistas, con el fin de evitar los accidentes por falta de visibilidad de la trayectoria de la carga.

Los ángulos sin visión de la trayectoria de carga para el maquinista, se suplirán mediante operarios que utilizando señales pre-acordadas sustituirán la visión del citado trabajador.

Se prohíbe la permanencia en la zona bajo la trayectoria de cargas suspendidas.

Los aparatos de izar a emplear en esta obra, estarán equipados con limitador de recorrido del carro y de los ganchos.

Se prohíbe en esta obra, el izado o transporte de personas en el interior de jaulones, bateas, cubilotes, etc.

Toda la maquinaria de esta obra al circular por vías abiertas al público llevarán luz ámbar Giratoria, así como matrícula.

No podrán circular a más de 20 Km/h en la obra y de 5 Km/h junto a peatones.

Dispondrá de señalizador acústico de marcha atrás, y señalizador luminoso

Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica, estarán dotadas de toma de tierra en combinación con los disyuntores diferenciales de los cuadros eléctricos.

Se prohíbe la manipulación de los componentes de una máquina, accionada mediante energía eléctrica, estando conectada a la red de suministro.

Los motores con transmisión a través de ejes y poleas estarán dotados de carcasas protectoras antiatrapamientos (machacadoras, sierras, compresores, etc.), así como los engranajes de cualquier tipo, de accionamiento mecánico, eléctrico o manual.

Los motores eléctricos estarán cubiertos con carcasas protectoras contra el contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento sin carcasa o con deterioros importantes de éstas.

Las máquinas con trepidación estarán dotadas de mecanismos de absorción y amortiguación.

Las máquinas en mal funcionamiento o averiadas, serán retiradas inmediatamente para su reparación.

Las máquinas averiadas que no se pueden retirar se señalizarán con carteles de aviso con la leyenda: "Máquina averiada. No conectar".

Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas al personal no especializado específicamente en la máquina objeto de reparación.

Como precaución adicional para evitar la puesta en servicio de máquinas averiadas o de funcionamiento irregular, se bloquearán los arrancadores, o en su caso, se extraerán los fusibles eléctricos.

Sólo el personal autorizado con documentación escrita específica, será el encargado de la utilización de una determinada máquina o máquina-herramienta.

Los motores eléctricos de grúas y de montacargas estarán provistos de limitadores de altura y del peso a desplazar, que automáticamente corten el suministro eléctrico al motor cuando se llegue al punto en el que se debe detener el giro o desplazamiento de la carga.

Los lazos de los cables de izado estarán siempre protegidos interiormente mediante forrillos guardacabos, metálicos para evitar deformaciones y cizalladuras.

Se prohíbe en esta obra la utilización de enganches "artesanales" contruidos a base de redondos (según una S) y doblados.

#### 1.4.2.16. Dumper

RIESGOS	PB	SV	GR
Atropello de personas.	B	A	M
Atrapamiento por vuelco de máquinas	B	A	M
Colisión entre vehículos	B	A	M
Atrapamientos	B	A	M
Proyección de objetos	B	M	B
Desplome de tierras	B	A	M
Vibraciones	B	A	M
Ruido ambiental	B	A	M
Polvo ambiental	B	M	B
Caída de personas a distinto nivel (al subir o bajar a la cabina)	B	A	M



Exposición a contactos eléctricos (líneas eléctricas)	M	M	M
Quemaduras (mantenimiento)	M	B	B
Golpes por la manguera de suministro de aire	B	M	B
Sobreesfuerzos	B	M	B

### **Medidas preventivas**

Exigible permiso de conducción tipo B

Al poner el motor en marcha se sujetará fuertemente la manivela

Se prohíbe cargar el cubilote del dúmper por encima de su carga máxima

Se prohíbe el transporte de personas en el dúmper

Se comprobará que existe una perfecta visibilidad. Debe evitarse la conducción con el cuerpo inclinado

Se evitará la descarga al borde de cortes del terreno que carezcan de topes fin de recorrido

Se prohíbe circular por pendientes o rampas superiores al 20% en terrenos húmedos y al 30% en terrenos secos.

Deben respetarse las señales de circulación interna y las de tráfico

Si se debe subir una pendiente con el dumper cargado, esta maniobra se efectuará marcha atrás.

Se prohíbe el transporte de piezas que sobresalgan lateralmente del cubilote

Los dúmper llevarán un letrero que indique cuál es su carga máxima

Los dúmper estarán dotados de luces de marcha hacia delante y hacia atrás.

Los dúmper llevarán un pórtico antivuelcos.

Los dúmper se conducirán a velocidades inferiores a 20 km/h.

Se prohibirá que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.

El dúmper estará dotado de luces, bocina de retroceso y rotativo luminoso.

A los maquinistas de estas máquinas se les comunicará por escrito la correspondiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos

### **Protecciones individuales**

Casco de seguridad

Ropa de trabajo

Botas de seguridad

Trajes impermeables

Faja contra las vibraciones.

Chaleco reflectante

#### **1.4.2.17 Maquinaria de elevación**

##### **Medidas preventivas generales para aparatos de elevación**

En general en los izados de carga, cualquier que sea el aparato de elevación de carga empleado, se respetarán las siguientes normas:

Antes de comenzar la maniobra se comprobará el peso exacto de la pieza, y que tanto la máquina como los elementos auxiliares necesarios para efectuar el izado son capaces de resistir a la carga y que se encuentran en perfecto estado de conservación y funcionamiento.

Se comprobará que el embragado de las piezas es correcto y no permite el desplazamiento o caída de la carga.

El embragado de piezas y la sujeción a estructuras de poleas de reenvío se harán preferentemente por medio de cáncamos y grilletes. Cuando esto no fuera posible, los cables y estrobos se protegerán con cantoneras.

Se evitará dar golpes a los grilletes, así como soldar sobre ellos o calentarlos. Las mismas precauciones se adoptarán con las poleas.

Se acotará y señalizará la zona de izado.

Se comprobará, antes de comenzar la maniobra, que el camino que ha de recorrer la pieza está libre de obstáculos.

Se procurará que las parejas de radioteléfonos utilizados en la obra, emitan en diferentes longitudes de onda para evitar interferencias: en cualquier caso se deben utilizar claves de identificación cada vez que se dé una orden por medio de radioteléfono.

El contratista designará un director de operaciones de las grúas.

El personal que ordene las maniobras deberá estar especializado; se evitarán los cambios del personal dedicado a estas tareas.

El personal dedicado habitualmente a la ejecución de maniobras, dispondrá de tablas e instrucciones que le permitan seleccionar correctamente los elementos adecuados a cada maniobra.

Las maniobras importantes estarán calculadas y supervisadas por un técnico capacitado para ello.

El izado de la carga se hará vertical y no en sentido oblicuo.

Se prohíbe el traslado de personal sobre cargas, ganchos o eslingas vacías.

Para el izado de materiales menudos emplearán recipientes cuya capacidad de carga esté calculada y reflejada de forma bien visible sobre el recipiente.

Se prohíbe terminantemente situarse sobre piezas suspendidas.

En las maniobras con cabrestante, además de lo anterior, se tendrá en cuenta:

Que las maniobras estén dirigidas por una sola persona responsable, dando él solamente las órdenes oportunas.

El perfecto anclaje del cabrestante al suelo o a una estructura resistente.

Se prohibirá dejar los aparatos de elevación con cargas suspendidas.

Que el tramo horizontal del cable a la salida del cabrestante esté protegido contra golpes o roces que puedan producir su rotura.

Que en toda la longitud del cable no haya peligro de contactos eléctricos.

Que el cable no roce contra aristas vivas.

Se evitará transportar cargas por encima de lugares donde haya personas trabajando.

Se comprobará constantemente el funcionamiento del electrofreno y del mecanismo de arranque y control de la velocidad; independientemente de las revisiones periódicas que se realicen.

Los cabrestantes estarán protegidos de la intemperie por casetas apropiadas.

Cuando funcione la grúa sin carga, el gancho irá lo suficientemente elevado para evitar tropezar con personas objetos.

Se estudiará detenidamente la situación de los cabrestantes y poleas de reenvío para evitar los cambios frecuentes de maniobras.

En los trabajos con grúas, además de las normas dadas, se observarán las siguientes:

Se comprobará que el terreno sobre el que ha de asentarse la grúa tiene la resistencia adecuada.

No se emplearán grúas para arrastrar piezas ni para arrancar objetos empotrados.

Se comprobará que las piezas a elevar están libres de cualquier anclaje.

Se comprobará que ni la pluma ni la contrapluma interfieren con estructuras, líneas eléctricas u otras grúas.

Si en la proximidad de la grúa hay líneas eléctricas se respetarán siempre las distancias mínimas establecidas, en caso de duda se pedirá el corte de corriente.

Se comprobará con frecuencia el correcto funcionamiento de los mecanismos limitadores de carga y del anemómetro; se prohíbe terminantemente anular o modificar estos aparatos.

No se efectuarán izados cuando la velocidad del viento sobrepase la velocidad límite establecida en las especificaciones de la grúa.

Aún cuando la velocidad del viento no llegue al límite, se considerará el posible efecto sobre la pieza debido al tamaño o forma de ésta, desistiendo del izado cuando se sospeche que se pueden producir oscilaciones de la pieza a causa del viento.

Las maniobras con grúa se efectuarán con todos los gatos apoyados.

Durante la parada de fin de jornada se adoptarán las precauciones especificadas al efecto por el fabricante.

Los ganchos depondrán de cierre de seguridad.

No se soltará la carga de la pluma o brazo hasta que esté asegurada su estabilidad mediante anclaje, hormigonado o soldadura.

#### 1.4.2.18. Castillete sobre vehículo vía

Los vehículos vía, más comúnmente llamados dresinas, estarán dotados de plataforma elevadora con sistema hidráulico incorporado (castillete). Además, también podrán estar dotados con una pluma para su uso como grúa.

Los castilletes podrán desplazarse lateralmente y disponen de limitador de sobrecarga, disponen de enclavamiento mecánico que impida el desplazamiento accidental durante las circulaciones del vehículo.

Estos vehículos disponen de cuatro estabilizadores (dos anteriores y dos posteriores) que garanticen la estabilidad del conjunto dentro de las limitaciones dadas por el fabricante.

RIESGOS	PB	SV	GR
Descarrilamiento y vuelco de la plataforma	B	A	M
Alcances por otros vehículos	B	A	M
Atropellos o arrollamientos	B	A	M
Atrapamientos	B	A	M
Caídas al mismo o distinto nivel	B	A	B
Choque contra objetos inmóviles	B	M	B
Electrocución	B	A	B
Golpes	B	M	B
Incendio	B	A	M

**Medidas preventivas**

Atender a las indicaciones del fabricante

Mantener el vehículo alejado de terrenos inseguros

Asegurarse antes de iniciar el movimiento de la no presencia de obstáculos

Previo al izado o desplazamiento de los equipos, el operador debe conocer el estado de las líneas y tensión. Se respetarán distancias de seguridad según RD 614/2001.

Nunca salir de la cesta cuando está elevada

Usar arnés de seguridad anclado a la cesta.

Las herramientas o materiales que se porten en la cesta han de estar recogidas hasta su uso.

Antes de iniciar los trabajos, se deberá comprobar la estabilidad del apoyo de la máquina.

No sobrepasar la carga máxima autorizada en la plataforma, ya que pueden dañarse los mecanismos para operaciones posteriores.

Si dispone de estabilizadores, no utilizar la plataforma sin antes extender los mismos

El acceso a la plataforma de trabajo se realizará por los lugares destinados a tal fin.

No saltar nunca directamente de la plataforma de trabajo al suelo. Bajar por los lugares previstos

Para seguridad las plataformas irán dispuestas de barandillas, a una altura mínima sobre el nivel del piso de 1 m, rodapié de 15 centímetros y barra intermedia.

Deberán tener en regla el permiso de circulación por vía, seguro e I. T. V. de vehículos ferroviarios.

Los conductores deberán estar en posesión del permiso de circulación para vehículos de vía.

No se efectuarán reparaciones u operaciones de mantenimiento con el vehículo en movimiento.

La cabina estará dotada de extintor de incendios así como de sistema de aire acondicionado y de calefacción.

Las maniobras se señalarán mediante bocina automática.

El vehículo dispondrá de luces sobre la cabina y castillete.

El personal de montaje permanecerá fuera del radio de acción del castillete cuando se desplace.

Al circular, lo hará con el castillete plegado y enclavado.

Se realizará una comprobación y conservación periódica de los elementos del vehículo y del castillete.

Antes de iniciar cada turno de trabajo se deberá comprobar el buen funcionamiento de los mandos.

No se fumará durante la carga de combustible, ni se comprobará con llama el llenado del depósito.

Se prohíbe fumar cuando se manipule la batería por riesgo de explosión en la emanación de gases inflamables.



Se prohíbe acceder al vehículo por las ruedas, etc. debiendo de hacerlo por las escaleras.

El alcance del castillete será tal que los operarios puedan realizar de forma adecuada las operaciones de montaje en las ménsulas y sobre los postes.

Ningún operario podrá subir ni bajar de la escalera del vehículo ni del castillete cuando esté realizando movimientos de subida o bajada.

Cuando trabaje en líneas electrificadas, antes de comenzar a trabajar se deberá proteger adecuadamente la zona de trabajo mediante la puesta a tierra, posteriores al corte de tensión de la zona de trabajo.

Para los trabajos en túnel el motor tendrá los dispositivos antipolución y los filtros adecuados para evitar los humos y gases de la combustión.

Deben instalarse los calzos en las ruedas del vehículo si el conductor abandona la máquina.

La máquina solo debe utilizarse para las funciones para las que ha sido diseñada, y solo puede ser manipulada por personas formadas, cualificadas y autorizadas.

A pesar de que la máquina tiene características de vehículo regular de vía, tiene que considerarse un vehículo especial debido a su finalidad y equipamiento. Por ello deben aplicarse normas de funcionamiento y seguridad especiales.

Su utilización para funciones para las que no ha sido diseñado está prohibida.

Debe evitarse a toda costa la permanencia de personas no autorizadas a bordo de la máquina o en su área de trabajo.

El número de persona sobre la máquina no puede sobrepasar el número máximo fijado en el permiso de explotación.

Para viajes de traslado, todos los grupos de medición y trabajo deben estar correctamente encerrojados y asegurados.

Las cargas como herramientas, carburantes, materiales de obra y demás objetos sólo pueden transportarse en las plataformas o contenedores de carga previstas.

### **Protecciones individuales**

Botas de seguridad.

Arnés de seguridad.

Casco de seguridad con barbuquejo.

Guantes.

Ropa de trabajo y alta visibilidad.

### **1.4.3. PLANIFICACIÓN PREVENTIVA APLICABLE AL RIESGO DE DAÑOS A TERCEROS**

Son los que derivan de la circulación de vehículos, transporte y suministro de materiales, por las carreteras y caminos del entorno de la obra a las zonas creadas como acopios, así como de la posible presencia de personas ajenas a la obra, (curiosos).

Nos podremos encontrar, entre otros, con riesgos derivados según los siguientes casos:

Por la intromisión de terceros en las zonas de obra.

Trabajos en proximidad de carreteras.

Ello derivará en los siguientes riesgos:

Atropellos por la maquinaria a terceros.

Colisiones con la maquinaria de obra.

Caídas de vehículos por terraplenes.

Caídas de personas ajenas a la obra a distinto nivel.

Caídas al mismo nivel.

Golpes contra objetos.

Posibles atrapamientos por intromisión en zonas con existencia de los mismos.

Asimismo, deberán tenerse en cuenta todos aquellos, que por propia iniciativa, puedan ocurrírseles a los mismos (manejo de maquinaria abandonada puntualmente, por ejemplo en horas de descanso, etc.).

**Para evitar estos riesgos se tomaran las siguientes medidas preventivas:**

Se señalizaran convenientemente los trabajos en accesos y desvíos (en caso de necesidad), con paneles direccionales, pintura amarilla reflectante y señalización luminosa intermitente para visión nocturna del desvío.

Se controlará la entrada a obra y a la zona de entrada a las instalaciones de obra.

Se asegurarán caminos alternativos, señalizados y balizados, a los caminos, accesos a fincas, etc, afectados durante las obras, permitiendo un el acceso seguro a las mismas, tanto para vehículos como personas.

Igualmente se dispondrán de los medios necesarios para que las personas que puedan acceder a la misma de forma accidental o sin permiso (incluso en los periodos que no se trabaje en la misma) no sufran accidentes graves (caídas en altura, en huecos en suelo sin proteger, acceso libre a maquinaria que puedan poner en movimiento, acceso a productos tóxicos o peligrosos, etc.).

Se señalizarán los accesos a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, y se protegerán por medio de valla autónoma metálica. En el resto del límite de la zona de peligro se impedirá el acceso de terceros ajenos por medio de cinta de balizamiento reflectante.

Con el fin de evitar posibles accidentes a terceros, se colocarán las oportunas señales de advertencia de salida de camiones y maquinaria.

Se señalará la existencia de zanjas, huecos y desniveles para impedir el acceso a ellas a toda persona ajena a las mismas y se vallará toda la zona peligrosa debiendo establecer la vigilancia necesaria, en especial por la noche con el fin de evitar daños al tráfico y a las personas que tengan que atravesar la zona de obras.

**Además se tomarán las siguientes medidas de protección y señalización:**

Barandillas de limitación y protección.

Señales de paso.

Señales de seguridad.

Cerramientos provisionales.

### **1.5.FORMACIÓN E INFORMACIÓN**

Todos los trabajadores presentes en la obra han de disponer de una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, específica a las funciones que desempeñe o los equipos de trabajo que manipule.

La formación deberá estar centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador, adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos y repetirse periódicamente, si fuera necesario.

Los trabajadores presentes en la obra, cuyas empresas estén bajo el Sector de la Construcción, deberán de disponer de la formación obligatoria descrita en el V Convenio del Sector de la Construcción vigente de 2012-2016. La formación preventiva recogida en dicho convenio incluye una formación inicial, o de primer ciclo, denominada Aula Permanente y una formación de segundo ciclo específica para diversos oficios. Así mismo, deberán disponer de la Tarjeta Profesional de la Construcción (TPC).

Los trabajadores asignados con funciones de recursos preventivos, o que asuman funciones preventivas en obra como responsables de seguridad o supervisores de seguridad, han de contar con, al menos una formación de Nivel Básico en PRL, de acuerdo igualmente a lo exigido en el V Convenio del Sector de la Construcción.

La formación en PRL en la obra será una actividad preventiva de máxima importancia. En función de las unidades de obra, equipos de trabajo a emplear, concurrencia de actividades, presencia de trabajadores autónomos, etc, se planificará en caso de ser necesario la realización de actividades formativas e informativas específicas impartidas en el propio centro de trabajo por el Servicio de Prevención o empresa especializada.

Igualmente, será necesario informar verbalmente y por escrito a todos los trabajadores de la obra sobre los riesgos presentes en el centro de trabajo, en relación con su puesto de trabajo, incluyendo todas las actividades que el trabajador pueda ejecutar, información sobre los productos químicos, maquinaria, equipos de trabajo, etc. Esta información ha de recoger los riesgos, medidas preventivas, equipos de protección, medidas de emergencia, etc, incluidas en el presente PSS de la obra y Anexos y tendrá una duración de al menos 2 horas. Esta información podrá ser entregada por el responsable de cada empresa contratista o subcontratista a sus trabajadores.

Se dispondrá de los registros necesarios que acrediten la formación e información de todos los trabajadores presentes en la obra.

El contenido de este apartado será igualmente aplicable a los trabajadores Autónomos presentes en la obra, salvo los requisitos específicos del Convenio de la Construcción.

Las empresas presentes en la obra cuya actividad no esté incluida en el Sector de la Construcción, deberán cumplir con los requisitos específicos de su convenio colectivo de aplicación en cuanto a actividades formativas, en caso de disponer del mismo.

## **1.6 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS**

### **1.6.1 Botiquines**

Se dispondrá de botiquines en las instalaciones de personal, en los vehículos de los encargados y en las zonas de trabajo con difícil acceso o alejadas, conteniendo el material necesario y especificado en la legislación vigente. Serán revisados periódicamente, reponiéndose inmediatamente lo consumido.

### **1.6.2 Asistencia a los accidentados**

Se informará a los trabajadores del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es obligatorio disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centro de Asistencia.

Toda la información referida a la asistencia a accidentados está incluida en el Estudio de Emergencia y Evacuación anexo a este documento.

### **1.6.3. Reconocimiento médico reglamentario**

En función de lo establecido en el artículo 22 de la Ley 31/95 el empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes a su trabajo.

Esta vigilancia se realizará a través de reconocimientos médicos con protocolos específicos en función de los riesgos del trabajo a desempeñar, este reconocimiento debe de ser previo y obligatorio al inicio de la actividad repitiéndose luego de forma anual, o según la frecuencia estimada por el médico asignado a la vigilancia de la salud. Estos reconocimientos posteriores al previo no tienen carácter obligatorio pero si debe constar la renuncia del trabajador por escrito, este carácter de voluntariedad será posible en aquellos casos en que no exista una disposición legal en relación con la protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad que obligue a realizar reconocimientos previos y periódicos a los trabajadores que ocupen un puesto de trabajo en el que exista un riesgo de enfermedad profesional, así como según lo establecido en la evaluación de riesgos elaborada por el Servicio de Prevención.

## **1.7 SERVICIO DE PREVENCIÓN**

Al inicio de la obra se contratara para la obra, en caso necesario, un Servicio de Prevención Ajeno y se determinarán las Mutuas de Accidentes de las empresas. Estos datos, u otros de los anteriormente referidos (en caso de que se modifiquen) se actualizarán en el Estudio de Seguridad y Salud en el momento en el que de comienzo la ejecución de la obra.

### **1.7.1 RECURSOS PREVENTIVOS EN OBRA**

La presencia de Recursos Preventivos en la obra viene estipulada en la siguiente normativa:

Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales (modificada mediante la Ley 54/2003) en su artículo 32 bis "Presencia de los Recursos Preventivos" y

disposición adicional decimocuarta “Presencia de Recursos Preventivos en las obras de construcción”.

Real Decreto 39/1997 (modificado mediante Real Decreto 604/2006) en su artículo 22 bis “Presencia de los recursos preventivos”.

Real Decreto 1627/1997 (modificado mediante Real Decreto 604/2006) en el anejo 2 “Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores” y la disposición adicional única “Presencia de recursos preventivos en obras de construcción”.

A efectos de la aplicación de esta normativa en obra, deben tenerse en cuenta las siguientes diferenciaciones:

Recursos Preventivos: Técnicos que, con formación preventiva y técnica (Técnico Intermedio o Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales), están incluidos en la modalidad preventiva de la Empresa.

Trabajador Asignado con funciones de Recurso Preventivo: Trabajador al que, contando con la capacitación y formación preventiva mínima de nivel básico, se le asigna la presencia en un tajo concreto para realizar funciones de vigilancia del cumplimiento de las medidas preventivas que se le indiquen de acuerdo con lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, así como para comprobar la eficacia de las mismas.

Supervisor de Seguridad: Trabajador que, contando con la misma capacitación y formación (al menos categoría de oficial y curso de nivel básico) que el Trabajador Asignado con funciones de Recurso Preventivo, realiza las mismas funciones que éste, perteneciendo a empresas subcontratistas especializadas. El Supervisor de Seguridad no podrá sustituir en ningún caso al Trabajador Asignado con funciones de Recurso Preventivo del contratista principal, y estará permanentemente coordinado con el resto de Recursos Preventivos y Trabajadores Asignados de la obra.



La forma de llevar a cabo la presencia de recursos preventivos en las obras de construcción ha de estar determinada en la planificación de la actividad preventiva, por lo tanto es necesario establecer en el contenido del presente Estudio de Seguridad y Salud la manera de realizar dicha presencia.

Los supuestos establecidos por la legislación en la que es necesaria la presencia de recursos preventivos son los siguientes:

1) Actividades o procesos que implican riesgos especiales para la seguridad y salud de los trabajadores (enumeración no exhaustiva de actividades):

Trabajos con riesgos especialmente graves de caída desde altura.

Trabajos con riesgos de sepultamiento o de hundimiento.

Actividades en las que se utilicen máquinas que carezcan de declaración CE de conformidad por se su fecha de comercialización anterior a la exigencia de tal declaración con carácter obligatorio, que sean del mismo tipo que aquellas para las que la normativa sobre comercialización de máquinas requiere la intervención de un organismo notificado en el procedimiento de certificación, cuando la protección del trabajador no esté suficientemente garantizada no obstante de haberse adoptado las medidas reglamentarias de aplicación, como carros lanzavigas, trabajos con cesta suspendida, etc.

Trabajos en espacios confinados.

Trabajos con riesgo de ahogamiento por inmersión.

Trabajos en los que la exposición a agentes químicos o biológicos suponga un riesgo de especial gravedad, o para los que la vigilancia específica de la salud de los trabajadores sea legalmente exigible.

Trabajos con exposición a radiaciones ionizantes para los que la normativa específica obliga a la delimitación de zonas controladas o vigiladas.

Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión.

Movimientos de Tierra Subterráneos.

Trabajos hiperbáricos.

Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.

Trabajos que impliquen la manipulación, uso o transporte de explosivos.

Trabajos en presencia de atmósferas explosivas.

2) Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.

3) Como consecuencia de requerimiento de la Inspección de Trabajo

De forma complementaria a los supuestos establecidos por la legislación en la que es necesaria la presencia de recursos preventivos, la empresa establece el siguiente supuesto:

Riesgo de arrollamiento o atropello. En las actividades con riesgo de arrollamiento o atropello por circulación propia a la ejecución de los trabajos, se planificará la necesidad de asignación de Trabajador Asignado con funciones de Recurso Preventivo con funciones de vigilancia del cumplimiento de las medidas preventivas contempladas en el Estudio de Seguridad y Salud, en lo que al riesgo de arrollamiento o atropello se refiere, que disponga de formación de nivel básico, como mínimo. La asignación se realizará a tantos trabajadores como trabajos simultáneos lo requieran.

Para las actividades en las que se requiera un mayor conocimiento técnico, en caso de ser necesario o bien a requerimiento de la Inspección de Trabajo, la presencia será asignada a un Recurso Preventivo (Técnico de PRL), que

dispondrá de formación preventiva de nivel intermedio o superior, además de formación e información específica complementaria.

De modo general, en esta obra serán realizados nombramientos de Trabajadores Asignados con funciones de Recurso Preventivo. Trabajador al que se le asigna la presencia en un tajo concreto para realizar funciones de vigilancia del cumplimiento de las medidas preventivas que se le indiquen de acuerdo con lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, así como para comprobar la eficacia de las mismas.

Los trabajadores a los que se asignen funciones de Recurso Preventivo, deben disponer de conocimientos, cualificación y experiencia suficiente, y haber recibido una formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel básico, y adicionalmente, contar con una formación e información preventiva complementaria a la de nivel básico específica sobre los riesgos y medidas preventivas de la actividad para la que ha sido asignada su presencia.

Todas las actividades de supervisión encomendadas al trabajador debe realizarlas de manera personal y directa, en relación con las actividades u operaciones para las que ha sido asignado, siendo necesaria su presencia mientras exista el riesgo especial asociado a la actividad objeto de la vigilancia.

La obligación de presencia de recursos preventivos no es transmisible a subcontratistas.

De modo complementario, las empresas subcontratistas que realicen trabajos especiales (voladuras, trabajos subacuáticos, etc) nombrarán un Supervisor de Seguridad y salud a pie de Obra, que dispondrá, como mínimo, de formación de Nivel Básico en Prevención de Riesgos Laborales, conocimientos, cualificación y experiencia suficiente. El Supervisor de Seguridad no podrá sustituir en ningún caso al Trabajador Asignado con funciones de Recurso Preventivo del contratista principal, y estará permanentemente coordinado con el resto de Recursos Preventivos y Trabajadores Asignados de la obra.

Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe un deficiente cumplimiento de las medidas preventivas, el trabajador asignado deberá:

Hacer las indicaciones necesarias a los trabajadores para el correcto e inmediato cumplimiento de las medidas preventivas.

Ponerlo en conocimiento de la línea de mando de la obra o del Técnico de Prevención de la Obra para que se adopten las medidas necesarias para corregir las deficiencias observadas, si estas no han sido subsanadas.

En caso de duda sobre la posibilidad de un riesgo grave e inminente, suspender los trabajos provisionalmente y comunicarlo de inmediato a la línea de mando de la obra para su resolución.

## **1.8 SUBCONTRATACIÓN**

En cumplimiento con la Ley 32/2006, de 18 de Octubre, REGULADORA DE LA SUBCONTRATACIÓN EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN y su desarrollo en el REAL DECRETO 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de aplicación a la subcontratación en el sector de la construcción en general, la empresa contratista se compromete cumplir la presente ley y velar por su cumplimiento.

Se procederá tramitar el Libro de Subcontratación. En este se recogerá, desde el inicio de los trabajos, por orden cronológico todas y cada una de las subcontrataciones que se realicen, el nivel de subcontratación y la empresa comitente, el objeto del contrato, el representante de la subcontrata y si existen, los representantes de los trabajadores, la fecha de entrega de la parte del Estudio de Seguridad y Salud que les afecte, así como la referencia a las instrucciones que imparta el coordinador de seguridad y salud para el desarrollo del procedimiento de coordinación (desde la primera anotación de obra hasta todas aquéllas que incluyan aspectos relacionados con la coordinación de actividades empresariales).

Este se conservará hasta el fin de la obra y durante los 5 años posteriores.

Con ocasión de cada subcontratación, se procederá del siguiente modo:

En todo caso, deberá comunicar la subcontratación anotada al coordinador de seguridad y salud, con objeto de que éste disponga de la información y la transmita a las demás empresas contratistas de la obra, en caso de existir.

También en todo caso, deberá comunicar la subcontratación anotada a los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas incluidas en el ámbito de ejecución de su contrato que figuren identificados en el Libro de Subcontratación.

**TÍTULO: PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO DE LAS INSTALACIONES DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO PARA EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD.**

---

## **ANEXO: PLAN DE CONTROL DE CALIDAD**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: FEBRERO DE 2016**

**AUTOR: EL ALUMNO**

**Fdo.: ALFONSO ARGÜESO LOPEZ**

**ÍNDICE**

<b>1. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Objeto .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Alcance.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3. Plan de Aseguramiento de la Calidad.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4. Recepción en fábrica .....</b>	<b>5</b>
<b>1.5. Transporte y acopio .....</b>	<b>6</b>
<b>1.6. Ejecución de la obra.....</b>	<b>6</b>
<b>1.7. Control geométrico .....</b>	<b>7</b>
<b>1.8. Ensayos de Control.....</b>	<b>9</b>
<b>1.9. Programa de puntos de inspección.....</b>	<b>11</b>

## **1. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD**

### **1.1. Objeto**

El Plan de Control de Calidad es el documento en el que se establece la metodología que permite el adecuado control de calidad tanto de los materiales que entren a formar parte de las distintas unidades de obra, como de su proceso de producción y puesta en obra, así como de sus características una vez terminadas. En cualquier caso, se deberá garantizar el cumplimiento de las condiciones técnicas que se exijan en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, así como las adoptadas para el desarrollo de los cálculos y condiciones de seguridad definidas en el proyecto.

### **1.2. Alcance**

El control será aplicado a las siguientes unidades:

- Calidad de los proveedores
- Calidad de la ejecución
- Calibración de equipos de medida y control

Con periodicidad mensual, se emitirá un resumen de los resultados, para envío a la Dirección de Obra; con las observaciones (si hubiera lugar) de las posibles anomalías. De estos resúmenes mensuales quedará copia en poder del Contratista formando parte del Archivo de Control de Calidad.

Para la consecución de estos objetivos será necesario implantar y mantener al día un sistema que garantice la correcta ejecución de la obra estén de acuerdo con la Normativa vigente y demás condiciones impuestas en el proyecto, para ello habrá que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Existencia de una documentación controlada
- Realización de actividades controladas



- Deberá ser compatible en el tiempo con el Programa de Trabajos que fija la ejecución del proyecto
- Una estructura organizada de la empresa procedimientos y recursos asignados para las necesidades de la obra.

El contratista deberá asegurar y mantener el registro de trazabilidad tanto de materiales como de la obra ejecutada.

Habrá un control cualitativo y cuantitativo.

### **1.3. Plan de Aseguramiento de la Calidad**

El Plan de aseguramiento de la calidad será presentado a la dirección de la Obra, para su revisión y aprobación antes del inicio de los trabajos.

El PAC deberá incluir:

Una estructura organizativa con las actividades que se deben realizar y las personas responsables de cumplir los objetivos de calidad.

Procedimientos que detallen cómo deben ponerse en práctica los criterios establecidos en la Norma UNE ISO 9001:2000.

Instrucciones que definan el modo y las condiciones para ejecutar una tarea concreta.

Especificaciones Técnicas que definan las características a cumplir por los materiales y materias primas así como la Normativa aplicable y los controles y/o verificaciones a realizar.

Reglamentos y Normas de aplicación vigente.

Programa de puntos de inspección (PPI), donde se definan las inspecciones y ensayos a realizar así como los criterios de aceptación y rechazo.

Todas las actuaciones necesarias para asegurar el nivel de calidad requerido en la ejecución del proyecto.

#### **1.4. Recepción en fábrica**

Se deberá informar a la Dirección de obra con suficiente antelación de las fechas de recepción de materiales en fábrica.

Esta actividad deberá ser realizada por la persona responsable asignada en el PAC, o por técnicos cualificados previamente autorizados por la Dirección de obra.

Se verificará por el técnico responsable que todos los materiales y unidades de obra cumplen con todas las especificaciones técnicas aprobadas por el promotor así como la normativa que sea de aplicación.

No se permitirá que ningún material, componente o pieza sigan su curso de producción sin haber cumplido el plan de calidad o los procesos correspondientes.

Así mismo se identificarán de igual manera los productos No conformes.

Todas las identificaciones, pruebas, inspecciones y verificaciones necesarias estarán debidamente documentadas.

Se deberá llevar un registro y control de toda la documentación aportada por los fabricantes (homologaciones, certificados de materiales, ensayos, etc).

Se deberá evaluar a los proveedores y subcontratistas en función de la aptitud para cumplir con los criterios de calidad y los requisitos de aseguramiento de la calidad.

Toda la documentación será puesta a disposición de la dirección de obra.

### **1.5. Transporte y acopio**

El PAC del contratista deberá recoger todas las condiciones necesarias de transporte de material a obra así como los medios más adecuados para realizar dicho transporte, para lo cual el PAC incluirá los procedimientos e instrucciones que deberán seguirse.

La Dirección de obra realizará visitas periódicas a los almacenes del Contratista, para verificar las correctas condiciones de acopio de los materiales.

### **1.6. Ejecución de la obra**

Habrà una persona responsable de la calidad en la ejecución de los distintos trabajos y procesos de instalación de la línea aérea de contacto y sistemas asociados. Dicha persona verificará que en todo momento se cumplan las especificaciones del PAC, Pliego de especificaciones técnicas del proyecto y de las Instrucciones Técnicas de aplicación.

El PAC debe establecer unos procedimientos de Montaje, en los cuales indicará los medios materiales y humanos necesarios.

El PAC recogerá los controles necesarios para la supervisión de actividades realizadas a través de subcontrataciones en caso de haberlas.

El PAC también recogerá el proceso que se seguirá para la comunicación a la Dirección de obra de las incidencias más relevantes.

Se hará un registro en las listas de control derivadas de los planes de inspección comprobando la correcta adecuación de los procesos de ejecución con la Instrucciones Técnicas de aplicación y las condiciones de entorno.

Para garantizar la Calidad y los y de las medidas realizadas por los equipos de control e instrumentos de medida, utilizados para demostrar la conformidad o No conformidad del producto con los requisitos especificados y en general de los elementos utilizados como medidor de ensayo e inspección (ya sean propios o

suministrados por el cliente) se compararán periódicamente los mismos respecto a un patrón de rango superior.

Se realizará una inspección final que incluirá todas las actividades de inspección, medida o prueba para garantizar la conformidad del producto final con los requisitos especificados.

### **1.7. Control geométrico**

El PAC deberá recoger un listado de todas aquellas comprobaciones de geometría necesarias a llevar a cabo durante todo el proceso constructivo, de forma que se garantice el cumplimiento de los parámetros y tolerancia especificados en el proyecto.

Este control se llevará a cabo por los técnicos especificados en el PAC.

Los datos obtenidos se reflejarán en las fichas destinadas para tal fin, adjuntándose estas en el informe correspondiente.

Se hará un programa de puntos de inspección técnica que recogerá los puntos de inspección aplicables en cada técnica, este control se hará en base al control estadístico de la ejecución de los distintos lotes de unidades de obra (en función de las distintas actividades se definirán los distintos lotes de control que permitirán validar la calidad de ejecución del lote completo), estos lotes deberán ser consecuentes con la unidad de obra y el grado de inspección que requiera.

El control a realizar con frecuencia y cuantía que se especifica en el PAC, atenderá a lo siguiente:

#### **Replanteo:**

Se realizará una comprobación estadística del replanteo de las cimentaciones, prestando especial atención a las zonas de agujas, seccionamientos y otras zonas singulares como túneles o viaductos.

Los datos obtenidos en las comprobaciones se reflejarán en los impresos destinados a tal fin, adjuntándose al informe correspondiente.

Excavación:

Se realizará un control estadístico de la profundidad y diámetro de las excavaciones, verificando que se corresponde con lo especificado en los proyectos y cuadernos de replanteo.

Hormigonado:

Se comprobará estadísticamente la colocación de las armaduras, dimensiones de las mismas, distancia de las paredes y fondo de excavación, desviación con respecto a la ubicación topográfica del poste y desviación con respecto a los ejes de la excavación.

Postes:

Previo a la instalación, se comprobará que la flecha que presentan no supera los límites especificados.

Una vez nivelados los postes, se comprobará de forma estadística el desaplome o la contraflecha de los mismos y la desviación en sentido paralelo a la vía.

Crucetas, feeder y cable de retorno:

Se comprobará que se respetan en todo momento los gálibos y distancias eléctricas especificados, especialmente en puntos singulares como túneles, pasos superiores y estaciones.

Se realizará una comprobación estadística de la flecha de los conductores, atendiendo a las tablas de tendido.

### Ménsulas y catenaria

Se realizará un control de los distintos parámetros: descentramiento, elevación, flecha, pendiente, y altura del hilo de contacto.

#### **1.8. Ensayos de Control**

El alcance de los ensayos será como mínimo el siguiente:

##### Conjunto Hilo de contacto y sustentador:

- Ensayos de carga-tiempo;
- Ensayo de polución (método de la niebla salina).
- Ensayo de carga mecánica.
- Ensayo de cortocircuito eléctrico.

##### Pendolas:

###### 1. Ensayo de fatiga mecánica:

Tres péndolas con una longitud de 50 cm estarán sometidas en una sollicitación mecánica cíclica. En la partida de compresión las dos grifas se acercan 70 mm. En la partida de tracción una masa de 22 kg se eleva a una distancia de 80mm. La frecuencia de los ciclos está fijada en  $2 \times 10^6$  cada 50.000 ciclos se realiza un control visual al conjunto de la péndola.

Durante la partida de compresión se controlará que la conexión eléctrica no toque el hilo de contacto. Durante el ensayo no puede aparecer ningún daño en el emplazamiento de una grifa.

###### 2. Ensayo de envejecimiento eléctrico.

El ensayo tiene como objetivo verificar las características eléctricas de la péndola conductora y de la estabilidad en el tiempo. Este ensayo ha de ser realizado sobre cuatro conexiones del hilo de contacto con la péndola y sobre cuatro conexiones

entre el cable sustentador y la péndola. Durante el ensayo las péndolas y estarán soportando a tracción la carga de 200 N.

#### Aisladores:

- Ensayo de aislamiento en choque de rayo (1,2 / 50), en seco.
- Ensayo de aislamiento en frecuencia industrial con lluvia.
- Ensayo mecánico carga-tiempo.

#### Postes:

El espesor de las capas de zinc se controlará a través de una aparato de medición magnética.

Para el acero con una proporción de silicio inferior a 0,04% hay que vigilar que una cantidad mínima de zinc de 450 g/m<sup>2</sup> sea puesta en la fabricación. Para los aceros con una proporción en silicio entre 0,15% y 0,25% el espesor de la capa no puede sobrepasar 200 a 220 µm. La adherencia de la capa de zinc está controlada según DIN 50978. Para los ensayos, se utilizará un martillo para golpear las ranuras en la galvanización.

- Ensayo de ruptura mecánica en flexión.

#### Acero armado cimentación:

Ensayo de tracción a temperatura ambiente de una probeta de acero, incluyendo:

- Límite elástico (0,2%)
- Carga de rotura
- Alargamiento de rotura
- Diagrama de cargas-deformaciones según UNE 7.474
- Ensayo de doblado simple a 180°, según UNE 7.472
- Características geométricas y de la sección equivalente, según UNE 36.068.

### Hormigón de cimentación:

- Toma de muestras de hormigón fresco, determinación de la consistencia mediante cono de Abrams, fabricación y conservación de 5 probetas cilíndricas de 15 x 30 cm. Y rotura a compresión de las mismas, según UNE 83.300, 83.301, 83.303, 83.304 y 83.313.

### **1.9. Programa de puntos de inspección**

Se establecerán los siguientes programas de puntos de inspección (PPI) para controlar la correcta ejecución de las instalaciones:

- Línea aérea de contacto.
- Conjunto poste – ménsula.
- Equipo de compensación.




 <b>MANEJO DE INFRAESTRUCTURA</b> Dirección Técnica Jefatura de Electrificación		<b>CUADERNO DE TOMA DE DATOS</b> <b>LINEA AEREA DE CONTACTO</b>		Nº	
LINEA: _____		TRAYECTO: _____		Nº VANOS: _____	
CODIGO CARTON: _____		ELASTICIDAD CATENARIA: _____		PK FINAL: _____	
EMPRESA MONTADORA: _____		VIA: _____		PK INICIAL: _____	
Nº	CONCEPTO	VALOR	Nº	CONCEPTO	VALOR
1	Longitud del cantón.	<input type="text"/>	8	Nº de pesas.	<input type="text"/>
2	Tipo de cantón.	<input type="text"/>		-Conjunta:	<input type="text"/>
3	Tipo de compensación.	<input type="text"/>		-Independiente:	<input type="text"/>
4	Tipo de pendolado.	<input type="text"/>	9	Sustentador.	Sust: <input type="text"/> H.C.: <input type="text"/>
5	Distribución del pendolado.	<input type="text"/>	10	Hilo de contacto.	Tense: <input type="text"/>
6	Flecha en % de los HH.CC.	<input type="text"/>	11	Feeder.	Tense: <input type="text"/>
7	Relación de compensación.	<input type="text"/>	12	Cable de tierra.	Tense: <input type="text"/>
			13	Otras líneas	<input type="text"/>
PK:			1		
Nº de poste:			2		
Alineación:			3		
Radio curva:			4		
Tipo poste:			5		
Vano posterior:			6		
Tipo perfil:			7		
Cruce L.A.T.:			8		
Cruce Comunicaciones:			9		
Cruce otras líneas:			10		
P.S.:			11		
P.a.N.:			12		
Cruce canalización:			13		
Puente:			14		
Traemo Metálico:			15		
Túnel:			16		
			17		
			18		
			19		
			20		
			21		
			22		
			23		
			24		
			25		

Figura 1.9.1. PPI catenaria.


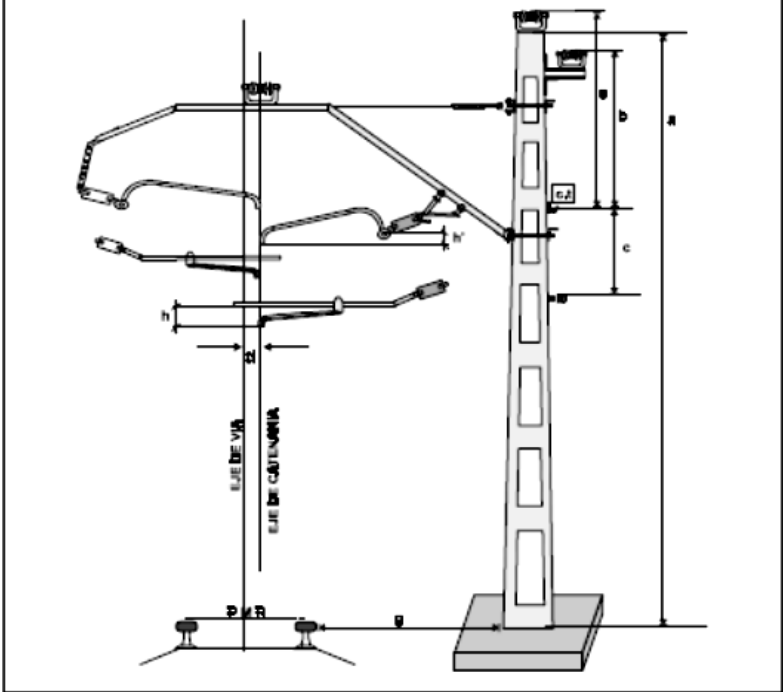
		<b>CUADERNO DE TOMA DE DATOS</b> <b>CUADERNO DE TOMA DE DATOS</b>		<b>Nº</b>																													
TRAYECTO:			Hoja de																														
CÓDIGO CANTÓN:		VIA:		Fecha:																													
PERFIL Nº:	PK:	vano anterior:		Fecha:																													
																																	
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>COYA</th> <th>MEDIDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>a</td><td></td></tr> <tr><td>b</td><td></td></tr> <tr><td>c</td><td></td></tr> <tr><td>e</td><td></td></tr> <tr><td>g</td><td></td></tr> <tr><td>d (Tipo 1,2,3)</td><td></td></tr> </tbody> </table>	COYA	MEDIDA	a		b		c		e		g		d (Tipo 1,2,3)		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>COYA</th> <th>MEDIDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>h (Tipo 1,2,3)</td><td></td></tr> <tr><td>h' (Tipo 1,2,3)</td><td></td></tr> <tr><td>Al Cal(Tipo 1,2,3)</td><td></td></tr> <tr><td>Al HC(Tipo 1,2,3)</td><td></td></tr> <tr><td>Peralte</td><td></td></tr> <tr><td>Ht</td><td></td></tr> </tbody> </table>	COYA	MEDIDA	h (Tipo 1,2,3)		h' (Tipo 1,2,3)		Al Cal(Tipo 1,2,3)		Al HC(Tipo 1,2,3)		Peralte		Ht			
COYA	MEDIDA																																
a																																	
b																																	
c																																	
e																																	
g																																	
d (Tipo 1,2,3)																																	
COYA	MEDIDA																																
h (Tipo 1,2,3)																																	
h' (Tipo 1,2,3)																																	
Al Cal(Tipo 1,2,3)																																	
Al HC(Tipo 1,2,3)																																	
Peralte																																	
Ht																																	
<b>Poste:</b>	Tipo: Macizo																																
<b>Ménsula:</b>	Tipo:																																
	Conjunto suspensión:	Tipo: Aislador																															
	Conjunto atrilado:	Tipo: Aislador																															
	Tipo 1:																																
<b>Ménsula doble:</b>	Conjunto suspensión:	Tipo: Aislador																															
	Conjunto atrilado:	Tipo: Aislador																															
	Tipo 2:																																
	Conjunto suspensión:	Tipo: Aislador																															
	Conjunto atrilado:	Tipo: Aislador																															
	Tipo 3:																																
<b>Descargador de antenas</b>	Tipo:																																
	Situación:																																
	Seccionador:	Tipo: Accionam.		T/M																													
<b>Ménsula triple:</b>	Conjunto suspensión:	Tipo: Aislador																															
	Conjunto atrilado:	Tipo: Aislador																															
	Tipo 3:																																
<b>Tierra:</b>	Conjunto suspensión feeder:	Tipo: Aislador																															
	Bajada:																																
	Nº Picos:																																
	Resistencia:																																

Figura 1.9.2. PPI poste – ménsula.

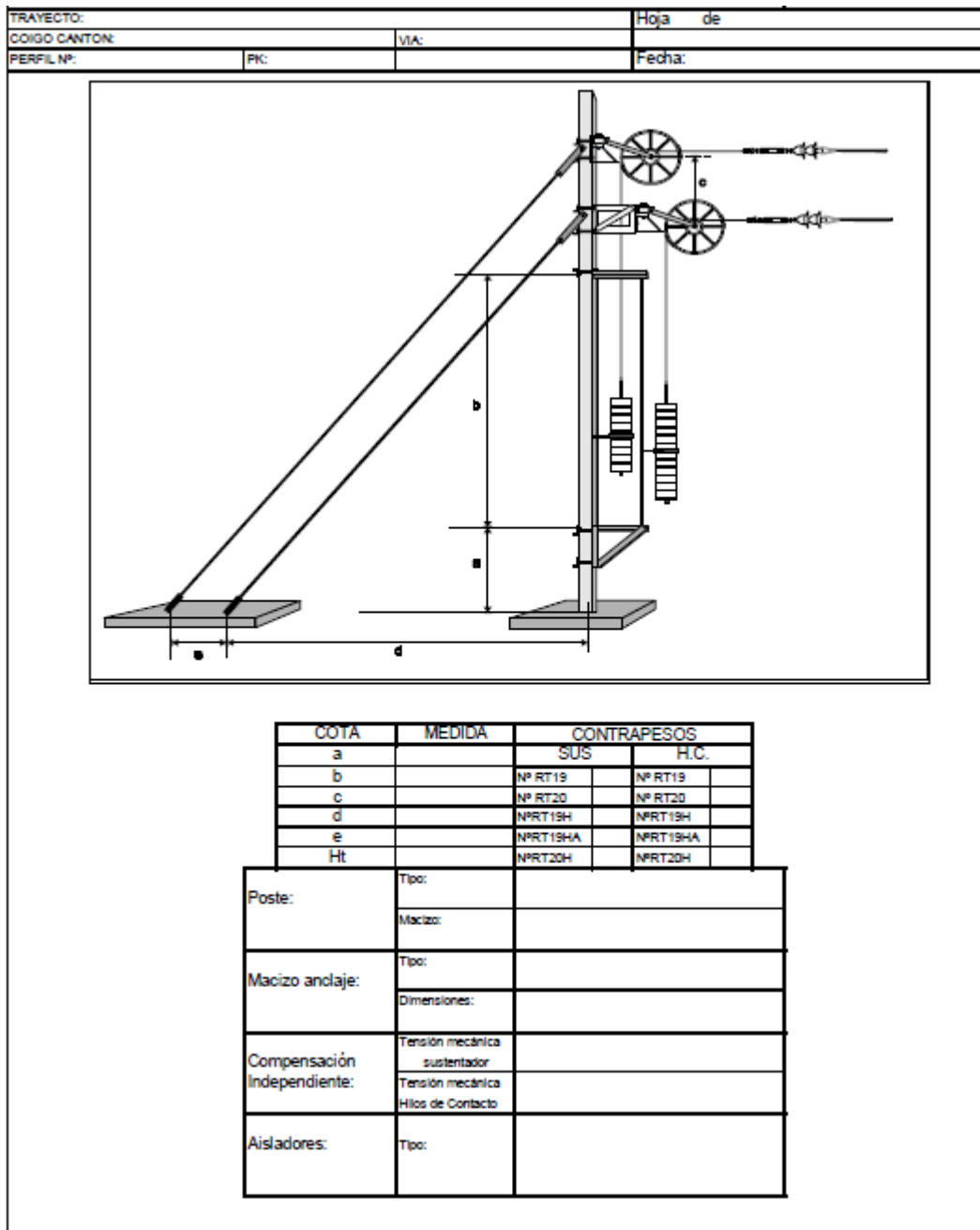


Figura 1.9.3. PPI Equipo compensación.