

# PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS



## CONTROL DOCUMENTAL:

<b>Autor del Proyecto:</b>	María Dolores Benito Fernández	
<b>Director del Proyecto:</b>	Santiago Rincón Arévalo	
<b>Director Técnico:</b>	Dionisio Izquierdo Bravo	
<b>Edición</b>	<b>Fecha</b>	<b>Nº Actividad</b>
0	22/05/19	IO_19-017V

## ÍNDICE

<b>1. OBJETO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO .....</b>	<b>4</b>
2.2.1 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN EN VÍAS GENERALES .....	4
2.2.2 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN EN DEPÓSITOS Y COCHERAS.....	7
2.2.3 LÍNEA AÉREA DE CONTACTO DATOS GEOMÉTRICOS.....	7
2.2.4 TIPOS DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO .....	7
2.2.4.1 HILO TRANVIARIO NO COMPENSADO EN VÍAS GENERALES .....	8
2.2.4.2 HILO TRANVIARIO COMPENSADO.....	9
2.2.4.3 CATENARIA CONVENCIONAL NO COMPENSADA.....	10
2.2.4.4 CATENARIA CONVENCIONAL COMPENSADA .....	11
2.2.4.5 CATENARIA RÍGIDA.....	12
2.2.5 LÍNEA AÉREA DE CONTACTO EN DEPÓSITOS Y COCHERAS.....	13
2.2.6 TRANSICIONES DE TENSIÓN.....	13
<b>3. ALCANCE .....</b>	<b>13</b>
<b>4. NORMAS Y REFERENCIAS DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1 CONDICIONES GENERALES EXIGIDAS PARA EL CUMPLIMIENTO EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE.....</b>	<b>16</b>

<b>4.2</b>	<b>CONDICIONES EXIGIDAS EN MATERIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS .....</b>	<b>17</b>
<b>4.3</b>	<b>CONDICIONES EXIGIDAS PARA EL CUMPLIMIENTO EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES DE LOS TRABAJOS A DESARROLLAR .....</b>	<b>18</b>
<b>4.4</b>	<b>NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS .....</b>	<b>18</b>
4.4.1	NORMAS GENERALES PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	18
4.4.2	NORMAS DE METRO PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS .....	19
4.4.3	HORARIOS Y LIMITACIONES EN LOS TRABAJOS DE INSTALACIÓN.....	19
<b>4.5</b>	<b>NORMAS ESPECÍFICAS DE ESTE PLIEGO .....</b>	<b>20</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Altura nominal y descentramiento del hilo de contacto en función del gálibo. ....	7
Tabla 2: características principales de perfiles de catenaria rígida. ....	13

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: subsistemas de las instalaciones de electrificación .....	4
Figura 2: armario seccionador.....	5
Figura 3: imagen de una estación con hilo tranviario. ....	9
Figura 4: Estación de Línea 9 con catenaria convencional.....	11
Figura 5: imagen de túnel electrificado con catenaria rígida.....	12

## 1. OBJETO

Entre las principales actividades desarrolladas por el Área de Ingeniería, se encuentra dar servicio y atender las necesidades operativas manifestadas por los distintos estamentos de Metro de Madrid. Esto incluye, en numerosas ocasiones, trabajos en las instalaciones de electrificación ubicadas tanto en vía general, como en vía secundaria: depósitos, cocheras, tunelillos de enlace, etc. al tener que adaptar el sistema de electrificación existente, a los nuevos requerimientos.

Entre las actuaciones que se han venido atendiendo hasta la fecha, se encuentran la modificación de los aparatos de vía existentes, corrección de geometría de vía, reformas en infraestructura de túnel y/o estación, cierres de servicio provisionales de tramos de vía, reacondicionamientos y otros.

Ante estas situaciones (a menudo no planificadas), se ha de: adaptar el sistema de electrificación a la nueva geometría de vía, modificar la alimentación al sistema de electrificación, ejecutar situaciones provisionales, desmontar, suministrar y montar, reajustar, modificar y reformar las instalaciones de electrificación; así como realizar las pruebas y puestas a punto de todos los elementos afectados actualizando la documentación y planos.

Se propone formalizar este acuerdo marco para poder acometer de forma eficaz y con la calidad y plazo requeridos, las modificaciones sobre las instalaciones de electrificación que las anteriores situaciones suponen.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

A lo largo del presente punto se realiza una breve descripción de los sistemas sobre los que versarán las actuaciones que surjan en el proceso de realización de actuaciones del Acuerdo Marco, a fin de que las distintas empresas puedan analizar su experiencia y aportación dentro de los distintos campos que forman el sistema.

### 2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El sistema de electrificación está formado por los elementos que hacen posible el transporte de la energía eléctrica desde los centros de tracción (CTR) a los trenes. Sus límites son las salidas de los rectificadores y el punto de interacción con el pantógrafo.

En Metro de Madrid sólo se utilizan sistemas de captación aérea mediante pantógrafo.

Se puede descomponer el sistema en los siguientes subsistemas para facilitar su clasificación e inventariado:

- **Línea aérea de contacto (LAC):** Es el conjunto de elementos con los cuales interactúa el pantógrafo para captar o devolver corriente a la red. Incluye el o los hilos de contacto, los cables de refuerzo de sección (*feeders* de acompañamiento) si existen, las conexiones eléctricas y las estructuras necesarias para la suportación mecánica de todos ellos.
- **Sistema de alimentación:**
  - **Cables de alimentación o de *feeder*:** Forman la línea de transporte tanto de positivo como de negativo y su función es que la energía de tracción esté disponible en la línea aérea y retorne del carril de vía al rectificador.
  - **Seccionadores de puenteo:** Permiten modificar la longitud y configuración de los sectores eléctricos en función de las necesidades operativas.

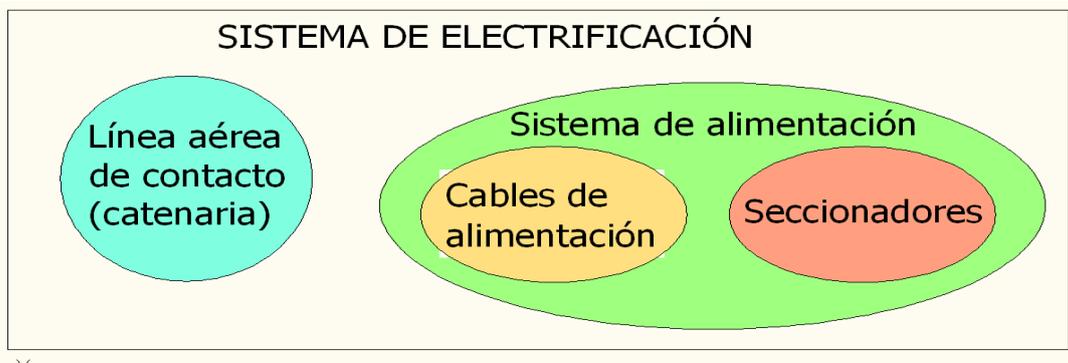


Figura 1: subsistemas de las instalaciones de electrificación

## 2.2 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

### 2.2.1 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN EN VÍAS GENERALES

Las características fundamentales del esquema de tracción de Metro de Madrid son las siguientes:

- Dos centros de tracción adyacentes alimentan en paralelo el tramo de vía general entre ellas.
- Vía I y vía II no pueden seccionarse de manera independiente salvo en las estaciones.
- Existe un seccionador de puenteo en cada estación y en algunas interestaciones cuando así se considere necesario operativamente en función del número de estaciones entre los dos centros de tracción adyacentes y la distancia entre ellos.

La aplicación concreta a cada línea se recoge en los planos denominados “Esquema de tracción de línea”. Estos documentos se actualizan de manera continua para recoger las modificaciones y/o ampliaciones de la red. Se trata de una representación simbólica del esquema de positivo e

incluyen otra información adicional como los imanes de vía o los puntos kilométricos de los puntos de conexión de las galerías de los centros de tracción al túnel.

Según la posición abierto/cerrado de los seccionadores de estación o interestación cada línea puede configurarse en paralelo e en antena; en este último caso con frontera en cualquier seccionador. La configuración por defecto de las líneas de Metro de Madrid es en paralelo o T.

Los seccionadores se integran dentro de un armario de dos compartimentos:

- Compartimento de potencia: Contiene, entre otros elementos, el interruptor propiamente dicho, los embarrados de conexión y los transductores de tensión.
- Compartimento de control: Contiene, entre otros elementos, el autómata que controla las maniobras, un *switch* y una entrada de fibra óptica para el telemando, entrada y aparellaje de baja tensión y visualizadores y pilotos de tensión (y en algunos casos de intensidad).



Figura 2: armario seccionador

Actualmente existen en las líneas de Metro de Madrid dos modelos de interruptores seccionadores, uno de fabricante Ferraz y otro General Electric. Las especificaciones mínimas de ambos son las siguientes:

- Tensión nominal: 1.500 Vcc
- Tensión de aislamiento: 3.500 Vcc
- Intensidad nominal: 4.000 A
- Intensidad de cortocircuito según IEC 947.2: 25 kA.

Todos los seccionadores de línea disponen de un sistema de telemando y están integrados en el Scada del puesto de mando de energía.

Los seccionadores asociados a la frontera entre dos salidas de *feeder* de un mismo centro de tracción disponen de un conversor de medios directamente comunicado con fibra óptica con el control del centro de manera que el sistema de arrastres conoce su posición abierto/cerrado y emite una señal de propagación de arrastres a la subestación adyacente en caso de defecto en función de esta información.

En Metro de Madrid se utilizan como cables de alimentación (o cable de *feeder*) cables unipolares de aluminio cubiertos. Deberán venir categorizados e identificados según la normativa CPR (*Construction Product Regulation*) como **Cca-s1b, d1, a1**. Será Cable cubierto de aluminio 1,8/3 kV (1x630mm<sup>2</sup>) RZ1 (AS) clase 2 según norma IEC 60502-1 "*Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltajes from 1 kV (Um=1,2 kV) up to 30 kV (Um=36 kV). Part 1: Cables for rated voltajes of 1 kV (Um=1,2 kV) and 3 kV (Um=3,6 kV)*"

- No propagador de la llama.
- Baja emisión de humos y gases tóxicos.
- Baja emisión de gases ácidos o corrosivos.
- Nula emisión de halógenos.

En todo tendido nuevo se utilizan cables de aislamiento 1,8/3 kV, si bien quedan en la red tendidos de cable con aislamiento de 0,6/1 kV. Actualmente se instalan con cubierta verde y dos rayas longitudinales rojas para el cable de positivo y dos rayas longitudinales negras para el cable de negativo. Aún queda cableado de *feeder* de cubierta negra.

Según su función dentro del esquema estos tendidos de cable se pueden clasificar en:

1. Alimentación de positivo desde el Centro de Tracción a la línea aérea.
2. Punteo de positivo de dos sectores colaterales de tracción.
3. Puesta en paralelo o *cross-bonding*.
4. Alimentación de negativo desde la vía al Centro de Tracción.

La forma concreta de la conexión de los cables de positivo a la línea depende del tipo de línea aérea de contacto. La conexión del negativo al carril se realiza siempre utilizando una placa de cobre (placa de negativos) a la que acometen los cables de *feeder* del centro de tracción y en la que se establecen unos puentes eléctricos con el carril con cable de cobre de sección 150 mm<sup>2</sup>.

Para estos tendidos los cables se agrupan en grupos de cuatro o seis por sector.

## 2.2.2 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN EN DEPÓSITOS Y COCHERAS

La alimentación a los depósitos de Metro de Madrid se realiza desde una salida de *feeder* dedicada del centro de tracción más cercano.

De manera general el esquema de tracción de los depósitos de Metro de Madrid se configura en haces. Las vías que configuran un haz pueden dejarse sin tracción de manera conjunta por medio de un seccionador de las mismas características que los de las vías generales. En ocasiones, existe un seccionador general de puenteo que alimenta a los seccionadores generales de haz.

Para trabajos de mantenimiento del material móvil, dentro de cada depósito o cochera existen unos seccionadores con puesta a negativo que permiten dejar sin tracción una única vía.

El esquema de tracción de los depósitos se recoge siempre puesto al día en los planos denominados “Esquema de tracción de depósito”.

La conexión de los cables de positivo se realiza habitualmente alimentando a los cables de refuerzo de sección (*feeder* de acompañamiento) de cada paquete eléctrico. La conexión del negativo se realiza con un puenteo entre uno de los cables de aluminio que vienen del Centro de Tracción y los carriles directamente con cable de cobre de 150 mm<sup>2</sup>, sin utilizar un elemento intermedio como la placa de negativos.

## 2.2.3 LÍNEA AÉREA DE CONTACTO DATOS GEOMÉTRICOS

En función del tipo de material móvil que circule se adoptan unos valores para altura de hilo de contacto (altura de captación) y descentramiento.

	Altura nominal del hilo de contacto (m)	Descentramiento máximo (cm)
Gálibo estrecho	3,8	10
Gálibo ancho	4,1	19

Tabla 1: Altura nominal y descentramiento del hilo de contacto en función del gálibo.

## 2.2.4 TIPOS DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

En la red de metro de Madrid existen los siguientes tipos de línea aérea de contacto:

- Líneas flexibles:
  - Hilo tranviario:
    - Sin compensar.

- Compensado mecánicamente.
- Catenaria convencional:
  - Sin compensar.
  - Compensada mecánicamente.
- Catenaria rígida:
  - Perfil tipo Delachaux de 110 mm.
  - Perfil tipo MetroMadrid.
  - Perfiles especiales.

Una línea aérea de contacto compensada mecánicamente es aquella que no sufre variaciones geométricas significativas que afecten a su interacción con el pantógrafo ante los cambios de temperatura.

#### 2.2.4.1 HILO TRANVIARIO NO COMPENSADO EN VÍAS GENERALES

Este tipo de línea aérea es la de más antigua implantación en Metro de Madrid. A día de hoy se utiliza en las líneas 4.

Sus características fundamentales son:

- Un hilo de contacto de cobre electrolítico puro (Cu-ETP) de 150 mm<sup>2</sup> de sección. Originariamente se utilizó hilo circular (BC) si bien ahora se utiliza hilo ovalado (BF) tanto en tendidos nuevos como en renovaciones.
- Cuatro *federes* de acompañamiento de aluminio de 645 mm<sup>2</sup> alimentando al hilo de cada vía con cable de cobre de 150 mm<sup>2</sup>
- Seccionamiento eléctrico por medio de aisladores de sección en los piñones de entrada de las estaciones.



Figura 3: imagen de una estación con hilo tranviario.

#### 2.2.4.2 HILO TRANVIARIO COMPENSADO

En el sistema de electrificación de la línea ML1, además de satisfacer los criterios habituales de calidad de captación, disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad se integra visualmente en el entorno urbano por el que discurre el trazado. La línea aérea de contacto es de tipo hilo tranviario compensado.

Sus características principales son:

- Hilo de contacto: BF-150-CuETP UNE-EN 50149.
- Tensión mecánica: 15 kN.
- Vano máximo en recta: 35 m
- Altura del hilo de contacto:
  - Altura nominal 5,85 m
  - Altura en cruces con la calzada: 6,00 m
  - Altura en túnel: 4,10-4,50 m.
- Compensación mecánica con un sistema muelle-excéntrica
- Ménsulas de tubo de fibra de vidrio con resina y doble aislamiento. Suspensión delta.
- Postes de sección circular sin tirantes.

- Diámetro: 324 mm.
- Espesor: de 8 a 14 mm según aplicación.
- Altura: 8.6, 10 y 11 m, según aplicación.
- Semicantón máximo: 500 metros.
- Seccionamientos de cuatro vanos.
- Aisladores ligeros de barra sin pérdida de contacto autosoportados.
- Cuatro cables de *feeder* de acompañamiento en canalización hormigonada de 185 mm<sup>2</sup> de sección.
- Alimentaciones *feeder*-hilo de contacto con cable de cobre de 150 mm<sup>2</sup>.

#### 2.2.4.3 CATENARIA CONVENCIONAL NO COMPENSADA

Este sistema de línea aérea fue el originalmente instalado en las líneas de gálibo ancho. Hoy sólo se encuentra en servicio en la línea 9.

Sus características principales son:

- Sustentador: Cable flexible de cobre de 153 mm<sup>2</sup> de sección.
- Hilo de contacto: Dos hilos Cu-ETP BC-107 mm<sup>2</sup> (Actualmente para las renovaciones de este elemento se utiliza el hilo ovalado BF-107).
- Péndolas: Originalmente de varilla de 5 mm<sup>2</sup>, progresivamente se han ido implantando equipotenciales de cable flexible de 25 mm<sup>2</sup>
- Sección de acompañamiento (*feeder*): Cuatro cables de aluminio de 645 mm<sup>2</sup> de sección.
- Tensión mecánica nominal del sustentador: 1.200 kgf
- Tensión mecánica nominal de los hilos de contacto: 800 kgf



Figura 4: Estación de Línea 9 con catenaria convencional

#### 2.2.4.4 CATENARIA CONVENCIONAL COMPENSADA

Este sistema es el que mayores velocidades permite dentro de la red de Metro de Madrid y es habitualmente instalado en tramos en intemperie. Se encuentra a lo largo de toda la línea 9B y en el tramo en intemperie de la línea 10 con compensación mecánica independiente de hilos sustentador y en el tramo en intemperie de la línea 5 con compensación sólo en el hilo de contacto.

En la línea 9B y en la línea 10 la línea aérea es prácticamente igual al estándar nacional definido por ADIF y designado CR-160. Sus características principales son las siguientes:

- Sustentador: Cable flexible de cobre de  $153 \text{ mm}^2$  de sección (salvo en la línea 5 en intemperie, que es acero de  $48 \text{ mm}^2$ ).
- Hilo de contacto: Dos hilos Cu-ETP BC-107  $\text{mm}^2$  (salvo en la línea 5 en intemperie, que es BC-150).
- Péndolas: Originalmente de varilla de  $5 \text{ mm}^2$ , progresivamente se han ido implantando equipotenciales de cable flexible de  $25 \text{ mm}^2$
- Sección de acompañamiento (*feder*): Cuatro cables de aluminio de  $645 \text{ mm}^2$  de sección.
- Tensión mecánica nominal del sustentador: 1.200 kgf para líneas 9B y 10.
- Tensión mecánica nominal de los hilos de contacto: 800 kgf

#### 2.2.4.5 CATENARIA RÍGIDA

Actualmente es el sistema mayoritario en nuestra red y seguirá aumentando su presencia ya que las renovaciones integrales o las líneas nuevas se electrifican con este tipo de línea aérea de contacto.

La catenaria rígida está constituida por un perfil de aluminio extrusionado en el que se inserta el hilo de contacto. Este carril se suspende de unos aisladores que se fijan a la bóveda del túnel o a la correspondiente estructura portante sobre estructuras metálicas que permitan la regulación en altura y en peralte.



Figura 5: imagen de túnel electrificado con catenaria rígida.

En la red de metro de Madrid conviven principalmente dos perfiles de carril de aluminio, el denominado Delachaux y el diseñado por Metro de Madrid.

En algunos tramos con muy poco gálibo disponible para la implantación de los elementos del sistema existen perfiles reducidos especiales.

	Perfil Delachaux	Perfil MetroMadrid
Sección transversal	2423 mm <sup>2</sup>	2394 mm <sup>2</sup>
Momento de inercia vertical	426x104 mm <sup>4</sup>	734x104 mm <sup>4</sup>
Momento de inercia horizontal	113x104 mm <sup>4</sup>	108x104 mm <sup>4</sup>
Vano máximo	10 m	12 m

	Perfil Delachaux	Perfil MetroMadrid
Altura del perfil	110 mm	150 mm

Tabla 2: características principales de perfiles de catenaria rígida.

### 2.2.5 LÍNEA AÉREA DE CONTACTO EN DEPÓSITOS Y COCHERAS

De manera general dentro de los depósitos y cocheras el sistema de línea aérea de contacto en las playas de vías es hilo tranviario sin compensar. La única excepción es la Cuatro Vientos, que dispone en la playa de Línea 10 de catenaria convencional con compensación mecánica en el hilo de contacto.

La instalación de hilo tranviario en la zona de la playa se realiza utilizando pórticos funiculares.

La instalación dentro de las naves se puede realizar con pendolones aislantes al techo (por ejemplo, cuando se trata de una vía con pasarela para acceso a pantógrafos) o con pórticos transversales entre distintos elementos estructurales de la edificación.

Las vías de pruebas están electrificadas en los depósitos que disponen de ellas con catenaria convencional. Según el año de puesta en servicio están compensadas mecánicamente o no.

### 2.2.6 TRANSICIONES DE TENSIÓN

Conviven en la red de metro líneas a 600 Vcc y líneas a 1.500 Vcc. Para garantizar la continuidad mecánica de la línea aérea en estos casos y el aislamiento eléctrico en los tramos se montan las transiciones de tensión.

## 3. ALCANCE

El objetivo del Acuerdo Marco es la selección de un número de empresas que demuestren, con garantías, la capacidad para obrar en los trabajos descritos en este Pliego.

En este apartado se define (de manera no exhaustiva) el alcance de las principales acciones que pueden ser objeto de contratación a las empresas seleccionadas, dentro de este acuerdo marco, para la realización de trabajos relacionados con los sistemas de electrificación extendidos a la Red y Depósitos de Metro de Madrid. En general serán trabajos relativos a actuaciones para corrección de geometría de vía, reacondicionamientos y adecuaciones de instalaciones de electrificación, tomas de datos y revisiones, desmontajes y/o montajes, actuaciones para dejar fuera de servicio provisional un sector de tracción y otros trabajos de mayor o menor envergadura. De forma general, serán trabajos a realizar en horario nocturno sobre los elementos del sistema de electrificación, debiéndose garantizar la explotación normal de la línea

a la apertura de servicio, de forma que la afección al servicio sea mínima. A continuación, y de manera orientativa, se indican los principales tipos de trabajo que pueden ser solicitados:

- Brigadas nocturnas para realización trabajos en el sistema de electrificación. Como referencia (sin ser exhaustivo), se incluyen dentro de esta categoría tareas como las siguientes:
  - Toma de datos para replanteos, ajustes en el sistema de electrificación asociados a modificaciones en la vía: ajustes en altura y descentramientos: altura, ancho de túnel, irregularidades en línea, etc.
  - Ajuste de geometría en el sistema de electrificación asociados a modificaciones en vía: ajustes en altura y descentramientos.
  - Ajuste del sistema de electrificación, pruebas y revisión con vehículo homologado castillete y pantógrafo portátil.
  - Desmontaje, retirada y/o modificaciones de elementos del sistema de electrificación para permitir actuaciones en la estructura del túnel, estación o vía secundaria.
  - Desmontaje, suministro y montaje de elementos de la instalación de electrificación afectada de vía general o secundaria, incluyendo materiales, traslados, taladrado en túnel y depósitos y anclajes químicos si fuera necesario:
    - Renovaciones o instalación de nuevos aparatos de vía (diagonales, *bretelles* y desvíos)
    - Recantonamiento: modificación de longitud de cantones mediante la eliminación de seccionamientos eléctricos o su instalación, así como de los puntos fijos asociados.
- Ejecución y resolución de fronteras eléctricas provisionales por corte de servicio en línea u otras eventualidades.
- Reconfiguración de la alimentación al sistema de electrificación existente (modificación del esquema eléctrico) tanto en vía general como en secundaria tales como independizar haces de vías en sacos, accesos e interior de depósitos, etc.
- Trabajos relativos al sistema de protección frente a riesgo eléctrico en vía general y secundaria: toma de datos, análisis de situación, propuesta de soluciones y ejecución de medidas correctoras tales como instalación de cable guarda, instalación o saneamiento de picas de tierra existentes, unificación de tierras, etc.
- Instalación y puesta en servicio de sistemas de control y telemando en seccionadores.
- Actuaciones sobre cableados de alimentación y protecciones, tales como:

- Desplazamiento de cableado ubicado en hastial del túnel, para liberación de nichos por obras o cualquier otra necesidad.
  - Instalación de puestas a negativo permanentes como medida de protección frente a reposición de tensión accidental en zonas frontera de obra entre zona con y sin tracción.
- Realización de pruebas y mediciones, incluyendo la reparación de las deficiencias detectadas.
  - Levantamiento de planos y documentación de las instalaciones de electrificación modificadas.
  - Cualquier otro trabajo vinculado al sistema de electrificación existente.

Los trabajos se realizarán sobre elementos del sistema de electrificación en la red de Metro de Madrid, que puede ser de cualquiera de las tipologías existentes, instalados en vía principal o secundaria.

#### **4. NORMAS Y REFERENCIAS DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS**

Las obras que se deriven del presente acuerdo marco, se llevarán a efecto mediante la plena observancia y cumplimiento de todas las disposiciones jurídicas vigentes, actuales y futuras, que afecten a los trabajos, ya se trate de normas, reglamentaciones, ordenanzas, Instrucciones o cualquier otro rango, y tanto tengan carácter o ámbito europeo, nacional, autonómico o local.

En general, serán de aplicación cuantas prescripciones figuren en las Normas, Instrucciones o Reglamentos Oficiales que guarden relación con los trabajos a realizar o con sus instalaciones complementarias y que se hallen en vigor en España en el momento de ejecutarlos.

El Adjudicatario de cada contrato derivado está obligado al cumplimiento de todas las instrucciones o normas promulgadas por la Administración que tengan aplicación en los trabajos a realizar a juicio de Metro de Madrid.

También deberán cumplirse todas aquellas normas que afecten directa o indirectamente a las instalaciones eléctricas, incluyendo normas UNE y EN aplicables y de obligado cumplimiento.

Se considerarán todas las modificaciones y ampliaciones de las citadas normas.

En caso de discrepancias entre las normas y salvo manifestación expresa en contra, se entenderá válida la prescripción más restrictiva.

Cuando en algunas disposiciones legales se haga referencia a otra que haya sido modificada o derogada, se entenderá que dicha modificación o derogación se extiende a aquella parte de la primera que haya quedado afectada.

En el caso de que en alguno de los contratos derivados se deban llevar a cabo trabajos en los que se manipule amianto, los trabajos los realizarán empresas inscritas en el Registro de Empresas con Riesgo de Amianto (RERA), debiendo el Adjudicatario presentar copia de su inscripción en dicho registro. Estos trabajos podrán subcontratarse.

Previamente a sus trabajos elaborarán un Plan de Trabajo que presentará para su revisión y aprobación ante la Autoridad Laboral. El cumplimiento de este plan deberá supervisarse por una persona con la cualificación necesaria.

Se garantizará que ningún trabajador está expuesto a una concentración de amianto en el aire superior al valor límite expresado en el RD 396/2006 para lo que se realizará medición por laboratorios especializados reconocidos por la autoridad.

Los materiales que contengan amianto (MCA) deberán ser almacenados y transportados en embalajes apropiados y con etiquetas reglamentarias que indiquen que contienen amianto siendo transportados fuera del centro de trabajo lo antes posible.

Los trabajadores con riesgo de exposición al amianto no realizarán horas extraordinarias ni trabajarán por sistema de incentivos. Dispondrán de ropa de protección apropiada facilitada y descontaminada por el empresario que será necesariamente sustituida por la ropa de calle antes de abandonar el centro de trabajo y la utilización de Equipos de Protección Individual (EPIs) de las vías respiratorias se limitará a un máximo de 4 horas diarias.

De modo general, mientras se producen los trabajos propios de desamiantado, la zona próxima debe ser aislada, protegida y debidamente señalizada, no pudiendo existir concurrencia de actividades. Se delimitará claramente la zona con riesgo de exposición al amianto siendo inaccesibles para personal no autorizado evitando la dispersión de polvo fuera de los locales o lugares de acción y limpiando adecuadamente el área afectada al fin de los trabajos.

De la misma forma, se deberán considerar siempre las últimas versiones o actualizaciones de todos los documentos referenciados a lo largo del presente PPT.

### **4.1 CONDICIONES GENERALES EXIGIDAS PARA EL CUMPLIMIENTO EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE**

Con el fin de minimizar el impacto medioambiental, no sólo se tendrá en cuenta la explotación y mantenimiento de los equipos, sino también su diseño, fabricación, selección y manipulaciones de materiales. Se considerará la afección al medio ambiente desde el origen del Proyecto, y toda solución técnica o estética será precedida de un riguroso análisis para la integración de los siguientes aspectos:

- Siempre que sea viable, se presentará la alternativa de diseño que genere menos emisiones, ruidos, vibraciones y/o radiaciones electromagnéticas; así como el menor consumo de agua y energético posible.
- Se proyectarán las instalaciones y metodologías necesarias para la correcta gestión de los residuos que se vayan a generar.
- Se proyectarán e implantarán las medidas oportunas para evitar cualquier vertido de sustancias peligrosas.
- Se tendrá en cuenta que el horario de trabajo minimice las molestias que se pudieran ocasionar por ruido emitido al exterior.
- Se tendrá en cuenta el impacto visual negativo que pudiera tener la instalación/obra, tomando las medidas necesarias para minimizarlo.

En caso de que se vayan a instalar o diseñar equipos se valorará que:

- La fuente de energía sea renovable.
- La fuente de energía sea gas natural, hidrógeno o electricidad.
- El equipo no genere emisiones de gases contaminantes por combustión.
- El equipo no genere radiaciones electromagnéticas significativas.
- El equipo no genere ruidos ni vibraciones significativas.
- Se minimice el consumo de agua del equipo una vez inicie su actividad.

#### **4.2 CONDICIONES EXIGIDAS EN MATERIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

Los residuos generados serán gestionados por el adjudicatario de cada contrato derivado, de acuerdo con la legislación vigente y debe evidenciarlo entregando a METRO cualquier documentación que le sea requerida (autorizaciones, albaranes de entrega a gestor autorizado, documentos de control y seguimiento, etc.).

El adjudicatario de cada contrato derivado está obligado a restituir a su estado original, sin que proceda abono por dicho concepto, todas las áreas utilizadas como acopios. Si por necesidades de obra parte del material existente en un acopio fuera considerado excedente, el adjudicatario de cada contrato derivado se hará cargo del mismo, según lo prescriba el Director de Obra.

El adjudicatario de cada contrato derivado entregará a Metro de Madrid aquel material desmontado que indique el Director de Obra. En ese caso, deberá evidenciarse dicha entrega mediante los albaranes correspondientes.

### **4.3 CONDICIONES EXIGIDAS PARA EL CUMPLIMIENTO EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES DE LOS TRABAJOS A DESARROLLAR**

Los trabajos que se deriven del acuerdo marco, deberán cumplir los requisitos legales en materia de prevención de riesgos laborales según lo establecido por METRO en su Sistema de Gestión de Prevención de Riesgos Laborales dentro de su Proceso referente a “Coordinación de Actividades Empresariales”.

El licitante admite conocer la presencia de materiales con amianto (MCA) en la red de Metro de Madrid. Si se detectara algún material en las instalaciones a modificar sospechoso de contener amianto, el adjudicatario de cada contrato derivado ha de ponerlo en conocimiento de la dirección de obra y no se realizará ningún tipo de manipulación sobre él. En todo momento se ha de dar cumplimiento a lo indicado en el RD 396/2006 de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

### **4.4 NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Las obras e instalaciones que se deriven del acuerdo marco, básicamente consistirán en lo siguiente:

- Trabajos de replanteo, acopio y transporte en general.
- Suministro de todos y cada uno de los materiales y equipos de la instalación.
- Instalación e integración del equipamiento.
- Pruebas y puesta en servicio de todos los sistemas.
- Documentación completa de la Instalación y equipos.
- Garantía.

#### **4.4.1 Normas generales para la realización de los trabajos**

Los trabajos que se deriven del acuerdo marco, se llevarán a efecto mediante la plena observancia y cumplimiento de todas las disposiciones jurídicas vigentes, actuales y futuras, que afecten a dichos trabajos, ya se trate de normas, reglamentaciones, ordenanzas, instrucciones o cualquier otro rango, y tanto tengan carácter o ámbito europeo, nacional, autonómico o local.

El Adjudicatario de cada contrato derivado se compromete a realizar los trabajos teniendo en cuenta el cumplimiento de las normas vigentes en METRO, como son las normas para corte y reposición de alta tensión, comunicaciones con trenes y vehículos, etc., las cuales deberán hacer conocer al personal involucrado en las obras antes del inicio de las mismas.

En caso de que el Adjudicatario de cada contrato derivado incurra en el incumplimiento de estas normas, la Dirección de Obra podrá paralizar la obra hasta que el Adjudicatario asegure y demuestre el cumplimiento de las mismas.

En cualquier caso, las normas que sean requeridas para la ejecución de las obras serán proporcionadas a la empresa adjudicataria de cada contrato derivado tras la firma del mismo.

#### **4.4.2 Normas de METRO para la realización de los trabajos**

El Adjudicatario de cada contrato derivado se compromete a realizar los trabajos teniendo en cuenta el cumplimiento de las normas vigentes en METRO, las cuales deberán hacer conocer a su personal responsable de la obra.

Estas normas, que se recogerán oportunamente, son las siguientes:

- Normas maniobras de corte y reposición Instalaciones Eléctricas.
- Normas para la seguridad de los agentes en relación con la circulación.
- Procedimiento de homologación de conductores de empresas externas.
- Normas maniobras de corte y reposición Alta Tensión.
- Normas y procedimientos operativos para la Realización de Maniobras de Corte y Reposición de Tensión para Trabajos en Instalaciones Eléctricas.
- Evaluación general de riesgos de lugares de trabajo.
- Manual de estilo para las comunicaciones establecidas con trenes y vehículos.

#### **4.4.3 Horarios y limitaciones en los trabajos de instalación**

Los trabajos en una zona sin servicio no se verán afectados por limitación de horario, sin embargo, en los trabajos a efectuar en los tramos en explotación, el Adjudicatario de cada contrato derivado tendrá que realizar necesariamente los trabajos teniendo en cuenta lo siguiente:

##### Trabajos en túnel:

Normalmente se autoriza el posible paso al túnel alrededor de las 2:30 h. de la madrugada, y una hora antes de abrir servicio debe retirarse todo el personal que pueda estar trabajando en el túnel, permitiendo así el movimiento inicial de las unidades de tren para situarse en su punto de partida y poder comenzar el servicio sin demora alguna. A todos los efectos se considerará un tiempo diario disponible de 2 horas y 30 minutos.

##### Trabajos en estación:

Los trabajos de instalación dentro de las estaciones pueden preverse que se realicen desde las 2 h. de la madrugada hasta las 6 h. de la mañana, con un período disponible de 4 h.

Los trabajos dentro de los cuartos o en zonas que no interfieran al público podrán realizarse en jornada normal de 8 horas incluso en horario diurno, siempre que no afecten a los servicios que se encuentran en explotación.

La apertura de taquillas se efectúa actualmente desde las 6:00 h. de la mañana hasta la 1:30 h. de la madrugada, comprendiendo la circulación de trenes un período lógicamente mayor.

#### Trabajos en CPD:

Los trabajos dentro de los CPDs, siempre que no afecten a los servicios de explotación, podrán realizarse en jornadas normales de 8 horas, incluso en horario diurno.

En caso de que dichos trabajos puedan afectar a algún servicio, deberá preverse que el horario estará limitado desde las 2 h hasta las 5:30 h de la mañana, excepto en caso en que el servicio afectado sea el de circulación de trenes, en cuyo caso el horario estará limitado a 2,5 horas (de 2:30 a 5:00 h).

#### Solicitud de trabajos:

Todos los trabajos que afecten a algún servicio de explotación deberán ser programados y autorizados explícitamente por Metro.

El Adjudicatario de cada contrato derivado solicitará por escrito la programación de los trabajos a la Dirección de Obra, debiendo ser programados con el tiempo de antelación que la Dirección de Obra indique.

Por razones del Servicio de Mantenimiento, y otras causas, se podrán suspender trabajos programados, o bien acortar los períodos disponibles, no admitiéndose reclamación alguna por parte del Adjudicatario.

## **4.5 NORMAS ESPECÍFICAS DE ESTE PLIEGO**

Las Normas y disposiciones legales que, de manera específica, y complementando a las de ámbito más general que aplican en este PPT, son las siguientes:

- UNE-20003 Cobre, tipo recocido e industrial, para aplicaciones eléctricas.
- UNE-21045 Bobinas de madera, destinadas a cables desnudos para conductores de líneas eléctricas aéreas.
- UNE-21056 Electrodo de Puesta a Tierra.

- UNE-21096 Alambre de aluminio industrial recocido, para conductores eléctricos. Características.
- UNE-EN 50119: 2010 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Líneas aéreas de contacto para tracción eléctrica.
- UNE-EN 50121 Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética.
- UNE-EN 50122 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Seguridad eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno.
- UNE-EN 50123 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Aparata de corriente continua.
- UNE-EN 50124 Aplicaciones ferroviarias. Coordinación de aislamiento.
- UNE-EN 50125 Aplicaciones ferroviarias. Condiciones ambientales para el equipo.
- UNE-EN 50126 Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS)
- UNE-EN 50149: 2012 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Tracción eléctrica. Cables de contacto acanalado de cobre y de aleación de cobre.
- UNE-EN 50163: 2013. Aplicaciones ferroviarias. Tensiones de alimentación de las redes de tracción.
- UNE-EN 50575:2015 + A1:2016. Cables de energía, control y comunicaciones. Cables para aplicaciones generales en construcciones sujetos a requisitos de reacción al fuego.
- EN 13501-6:2015. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 6: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego de cables eléctricos.
- UNE-EN 60332-1-2:2005 + A1:2016 + A11:2016. Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.
- UNE-EN 50399:2012 + A1:2016. Métodos de ensayo comunes para cables sometidos a condiciones de fuego. Medida de la emisión de calor y producción de humos en cables durante el ensayo de propagación de la llama. Equipo de ensayo, procedimientos, resultados.
- UNE-EN 60672-1: 1996 Materiales aislantes eléctricos. Materiales de cerámica y clasificación.
- UNE-EN 60721 Clasificación de las condiciones ambientales.

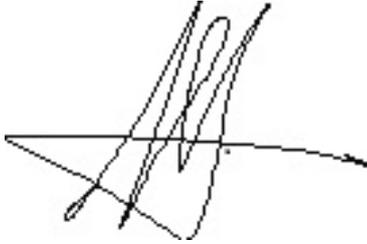
- UNE EN 60754-2:2014. Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 2: Determinación de la acidez (por medida del pH) y la conductividad.
- UNE-EN 60812 Técnicas de análisis de la fiabilidad de sistemas. Procedimiento de análisis de los modos de fallo y de sus efectos (AMFE)
- UNE-EN 61000 Compatibilidad electromagnética (CEM)
- UNE EN 61034-2:2005/A1:2013. Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 2: Procedimientos de ensayo y requisitos.
- UNE EN 61325:1997. Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 000 v. Elementos aisladores de cerámica o de vidrio para sistema de corriente continua. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
- UNE 200002-1:2004. Símbolos gráficos para esquemas.

CONTRATACIÓN DE UN ACUERDO MARCO EN INSTALACIONES DE ELECTRIFICACIÓN

ÁREA DE INGENIERÍA  
SERVICIO DE INGENIERÍA DE SEÑALIZACIÓN Y ENERGÍA

Madrid, mayo de 2019

**DIRECTOR DE PROYECTO:**



**D. Santiago Rincón Arévalo**

**AUTOR DEL PROYECTO:**



**D. Mª Dolores Benito Fernández**

**DIRECTOR TÉCNICO:**



**D. Dionisio Izquierdo Bravo**