

# PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS

**Contratación de un acuerdo marco  
para un servicio de apoyo a ingeniería  
para proyectos de instalaciones de  
energía**



## CONTROL DOCUMENTAL:

<b>Autor del proyecto:</b>	Jorge Quintana Fernández
<b>Director del proyecto:</b>	Santiago Rincón Arévalo
<b>Director técnico:</b>	Dionisio Izquierdo Bravo
<b>Edición</b>	<b>Fecha</b>
0	Mayo 2019

## ÍNDICE

<b>1. OBJETO Y ANTECEDENTES .....</b>	<b>2</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN (CTS) .....</b>	<b>3</b>
<b>2.3 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSION (CGBT) .....</b>	<b>5</b>
<b>2.4 ACOMETIDA EN BAJA TENSION DE SOCORRO (ABS).....</b>	<b>6</b>
<b>2.5 ILUMINACIÓN DE ESTACION (ILE).....</b>	<b>7</b>
<b>2.6 ILUMINACIÓN DE TÚNEL (ILT) .....</b>	<b>8</b>
<b>2.7 ILUMINACIÓN DE RECINTOS INDUSTRIALES (ILD) .....</b>	<b>8</b>
<b>2.8 CENTROS DE TRACCION (CTR) .....</b>	<b>8</b>
<b>2.9 RED DE TIERRAS (TIE) .....</b>	<b>9</b>
<b>3. ALCANCE .....</b>	<b>9</b>
<b>4. NORMAS Y REFERENCIAS DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS .....</b>	<b>10</b>

## **1. OBJETO Y ANTECEDENTES**

Metro de Madrid está inmerso en numerosos proyectos estratégicos de reforma, ampliación, normalización y/o modernización de sus instalaciones, con objeto de ofrecer un mejor servicio a sus clientes. Estas actuaciones llevan asociada la adecuación de las instalaciones de energía (alta y baja tensión), tanto en las estaciones como en los túneles y los distintos recintos de la red. Por ello, se requiere la realización de estudios y la actualización y reforma de las instalaciones eléctricas, así como la realización de los trámites correspondientes de regularización administrativa. El paso previo a estas actuaciones sería la elaboración de los correspondientes estudios y proyectos técnicos detallados.

Por este motivo se hace necesario la contratación de un servicio de apoyo a la ingeniería para la toma de datos en las instalaciones, realización de estudios de viabilidad, redacción de proyectos técnicos, elaboración de cálculos, seguimiento de obras en curso, gestión documental, apoyo en la elaboración de pliegos, planos y presupuestos asociados a dichos trabajos de adecuación de las instalaciones eléctricas de los recintos de Metro de Madrid. El objeto de esta licitación es la contratación de servicios profesionales de ingeniería externos, de apoyo para la realización de estos trabajos y lograr así prestar un servicio de calidad de ingeniería en los plazos exigidos.

El objeto del presente acuerdo marco es la selección de empresas para realizar estas tareas de apoyo en los trabajos de ingeniería asociados a proyectos/estudios en el ámbito de instalaciones de energía (alta y baja tensión) a ejecutar en la red de Metro de Madrid.

## **2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

A lo largo del presente punto se realiza una breve descripción de los principales sistemas sobre los que versarán las actuaciones a realizar, a fin de que las distintas empresas puedan analizar su experiencia dentro de los distintos campos que forman el sistema. Este listado no es exhaustivo, pudiendo requerirse algún tipo de estudio en algún otro sistema de energía, pero recoge los principales sistemas sobre los que se puede requerir actuación.

### **2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL**

Las instalaciones de distribución de energía son las encargadas de suministrar alimentación eléctrica en Baja Tensión a las instalaciones fijas integradas en estaciones, túneles y recintos de

Metro de Madrid. Las instalaciones de tracción son las encargadas de suministrar energía de tracción en corriente continua a la línea, para permitir la circulación de trenes.

Se pueden distinguir cuatro áreas diferenciadas:

- Alta Tensión: suministro, distribución y transformación a baja tensión.
- Baja Tensión: distribución y suministro eléctrico a los diferentes receptores.
- Alumbrado y fuerza: sistemas de iluminación y fuerza tanto en estaciones y recintos como en túnel.
- Tracción eléctrica: Sistema de corriente continua para tracción.

En grandes bloques, podría decirse que las instalaciones de energía se componen de los siguientes subsistemas:

- Centros de Transformación (CTS)
- Cuadro General de Baja Tensión (CGBT)
- Acometida en Baja Tensión de Socorro (ABS)
- Iluminación de túnel (ILT)
- Iluminación de estaciones (ILE)
- Iluminación de recintos industriales (ILD)
- Centros de Tracción/subestaciones (CTR)
- Red de tierras (TIE)

Estos subsistemas se encuentran interconectados mediante líneas eléctricas de alta o baja tensión.

## **2.2 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN (CTS)**

La red de Alta Tensión es la encargada de suministrar alimentación eléctrica en Alta Tensión (15 kV) a cada uno de los centros de transformación (CT) existentes en la red de Metro de Madrid. La alimentación eléctrica en 15kV llega a los Centros de Transformación, donde se realiza la transformación a baja tensión (400Vac/230Vac) para la alimentación los distintos servicios de la estación.

Los CT se encuentran situados habitualmente a nivel de andén. Están divididos en dos zonas claramente diferenciadas: la zona de Alta Tensión (AT) y la de Baja Tensión (BT).

- En la zona de Alta Tensión se encuentran dos transformadores redundantes, uno reserva del otro, que aseguran el suministro en baja tensión, tanto ante un fallo ocasional de uno de ellos como el mantenimiento y su sustitución, sin afectar al servicio de explotación de la red de Metro.

- En la zona de Baja Tensión se encuentran los Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT). Se instala un Cuadro General de Baja Tensión en cada estación, alimentado desde los dos transformadores gracias a una conmutación automática que permite conmutar la carga del transformador, en el caso de fallo de uno de ellos, manteniendo la continuidad del servicio.

La configuración típica de la parte de alta tensión de un CT es la siguiente:

- Dos celdas de línea. Cuando se realiza la distribución primaria desde una subestación existirán tres celdas de línea.
- Una celda de protección de transformador.
- Un transformador de potencia AT (15 kV) / BT (400/230Vac).
- Un cuadro de protección de salida de transformador en el lado de baja tensión, con centralita de protección térmica.
- Un cuadro con el equipamiento necesario para realizar el control, telemando y supervisión del sistema de AT.

Los CT, en su zona de Baja Tensión disponen típicamente de los siguientes componentes:

- Cuadro General de Baja Tensión, compuesto por módulos funcionales.
- Cuadro de alumbrado de túnel, integrado en el cuadro general de baja tensión.
- Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) de alumbrado de túnel.
- Cuadro de ventilación.
- Un cuadro con el equipamiento necesario para realizar el control, telemando y supervisión del sistema de BT.

El sistema de control distribuido y telemando de los Centros de Transformación desempeña las funciones propias de control, supervisión y telemando. Se diferencia el control de los sistemas de alta y baja tensión, puesto que su gestión se realiza típicamente desde diferentes puestos.



*Centro de transformación*

### 2.3 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSION (CGBT)

El Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) instalado en las estaciones de Metro de Madrid tiene la finalidad de alimentar eléctricamente en baja tensión a los receptores asociados a éste.

Este cuadro general consta de varios módulos y de un embarrado general con dos interruptores generales de entrada, motorizados y enclavados, con conmutación automática, alimentados cada uno de los dos transformadores de la estación (mediante los denominados cable nº1 y cable nº2).

De este cuadro parten, a través de las protecciones correspondientes, los circuitos de alumbrado, bombas, escaleras mecánicas, pasillos rodantes, rampas, comunicaciones, ventilación, ascensores, y demás receptores.

Se trata de un cuadro modular, típicamente dotado con los siguientes módulos:

- **Módulo I: Apagado nocturno:** En este módulo se encuentran los equipos necesarios para la desconexión y conexión automática de ciertos circuitos del alumbrado de la estación durante la noche, para originar el ahorro energético en ese período nocturno. El tiempo de duración de esta desconexión está programado a través del telemando o autómatas de gestión incorporado en el módulo. El autómata de gestión es de tipo compacto con fuente de alimentación, sección de salidas, sección de entradas y alimentación a 230 Vac. La desconexión o conexión puede ser manual o en remoto a través del telemando.
- **Módulo II: Usos varios:** En este módulo se conexionan los circuitos de alumbrado, enchufes y servicios de la estación que deben permanecer sin interrupción, ya que su utilización es necesaria durante el período nocturno.

- Módulo III: Conmutación (cable 1- cable 2): A este módulo llegan los dos cables generales de alimentación de baja tensión procedentes de los transformadores (nº 1 y nº 2) para conexionar a los interruptores enclavados y dar servicio por uno u otro cable al cuadro general de Baja Tensión.
- Módulo IV: Bombeo y ventilación. En este módulo van incorporados los equipos de protección para las bombas pluviales de túnel y del sistema de ventilación, tanto de túnel como de estación.
- Módulo V: Escaleras. En este módulo van incorporados los equipos de protección para las escaleras mecánicas de la estación. El número de salidas dependerá de las necesidades de cada estación.
- Módulo VI: Duplicado-Socorro. En este módulo van incorporados los equipos de protección para ascensores, alumbrado de emergencia de túnel, SAI, seccionadores, bombas de emergencia, etc.



*Cuadro general de Baja Tensión*

## 2.4 ACOMETIDA EN BAJA TENSIÓN DE SOCORRO (ABS)

El sistema de distribución de energía en Baja Tensión cuenta con una acometida exterior independiente (denominada alimentación de socorro). Se trata de una acometida exterior proveniente de una Compañía Eléctrica en cada estación.

Esta acometida asegura la alimentación eléctrica a los sistemas esenciales ante la falta de suministro eléctrico de la red primaria del Metro, a través de una conmutación automática en el cuadro general de baja tensión.

Son considerados servicios esenciales los relativos a los sistemas de emergencia y evacuación, así como aquellos que afecten a la explotación, tales como el sistema de comunicaciones, los seccionadores de línea aérea, sistemas de control, salidas de emergencia, sistema de protección contra incendios, etc.

Las instalaciones de enlace se componen típicamente de:

- Módulo de protección y medida, que alberga la caja general de protección, línea general de alimentación y el contador. La caja general de protección se ubica normalmente en un armario a la entrada de la estación, con acceso desde el exterior para la Compañía Eléctrica. Generalmente, el resto de elementos se localizan junto a la caja general de protección o en su defecto en un recinto en el vestíbulo.
- Derivación individual hasta el cuadro de socorro de la estación.
- Cuadro de socorro de la estación.

El cuadro de socorro alimenta directamente 1/7 del alumbrado de la estación, así como el alumbrado de emergencia de la estación (bloques autónomos) y la conmutación automática del Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) para atender los sistemas que necesiten asegurar su funcionamiento (servicios esenciales). En caso de existir subestación, dispone de una salida adicional para los servicios críticos de este sistema. Los circuitos del cuadro de socorro toman su alimentación desde el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) por defecto. Sólo en caso de fallo de la energía procedente de la red interna de Metro se alimentarán desde la acometida exterior de socorro.

## **2.5 ILUMINACIÓN DE ESTACION (ILE)**

Las instalaciones de alumbrado en una estación de Metro, comprenden básicamente la iluminación de andenes, vestíbulos, accesos, cañones de paso, cuartos técnicos y pórticos.

En la actualidad se dispone en cada estación de tres clases de alumbrado totalmente independientes: alumbrado normal, alumbrado de socorro y alumbrado de emergencia.

- Alumbrado normal: alimentado desde el cuadro general de baja tensión. Constituye el 85% del alumbrado general (6/7 de las luminarias instaladas).
- Alumbrado de socorro: complementario al anterior y alimentado desde una segunda fuente independiente externa (acometida de socorro). Cubre al menos el 15 % del alumbrado general (1/7 de las luminarias instaladas).
- Alumbrado de emergencia: se dispone de un sistema de alumbrado de emergencia que es capaz de funcionar de manera autónoma cuando haya un fallo del suministro. Dicho alumbrado tendrá por finalidad asegurar, en caso de fallo del alumbrado general (normal – socorro), la evacuación del público.

## **2.6 ILUMINACIÓN DE TÚNEL (ILT)**

La iluminación en los túneles permite la realización operaciones de mantenimiento, así como realizar una evacuación segura, en caso de incidencia.

La instalación de alumbrado en un túnel de Metro comprende básicamente tres clases de alumbrado independientes: alumbrado normal, alumbrado de socorro y alumbrado de emergencia.

- Alumbrado normal: alimentado desde el cuadro general de baja tensión. Constituye aproximadamente 6/7 del alumbrado general.
- Alumbrado de socorro: complementario al anterior y alimentado desde una segunda fuente independiente (acometida exterior de socorro). Cubre aproximadamente 1/7 de la red general de alumbrado.
- Alumbrado de emergencia: con alimentación autónoma (desde un SAI) que debe entrar en servicio únicamente en caso de fallo simultáneo en el suministro eléctrico de las redes del alumbrado general (normal y socorro) o bajo orden expresa. Este alumbrado en condiciones normales se encuentra apagado.

## **2.7 ILUMINACIÓN DE RECINTOS INDUSTRIALES (ILD)**

La iluminación de emplazamientos dedicados a la actividad industrial de Depósitos, Cocheras, Talleres, etc., se basa generalmente en sistemas convencionales de iluminación industrial con lámparas de descarga, en diferentes formatos (bulbo, tubular, fluorescente etc.), propias de iluminación en entornos para actividades interiores de naves industriales.

En exteriores, como playas de vías, viales, zonas de aparcamiento, zonas peatonales etc., se utilizan sistemas de proyectores e iluminación convencional para exteriores, sobre báculos y/o palomillas de fachada, con luminarias para lámparas de descarga típicas de alumbrado exterior.

## **2.8 CENTROS DE TRACCION (CTR)**

La red de Alta Tensión es la encargada de suministrar alimentación eléctrica en Alta Tensión (15 kV) a cada uno de los centros de tracción (CTR) existentes en la red de Metro de Madrid. La alimentación eléctrica en 15kV llega a los CTR, donde se realiza la transformación y su posterior rectificación, para la alimentación de las líneas en corriente continua (tanto a 600Vcc como a 1500Vcc).

Los CTR suelen estar divididos en dos zonas claramente diferenciadas: la zona de corriente alterna (AC) y la zona de corriente continua (DC).

- En la zona de alterna (AC) se encuentran las celdas de alta tensión (15kV) y los transformadores de tracción y servicios auxiliares.
- En la zona de continua (DC) se encuentran los rectificadores y celdas de corriente continua.

El sistema de control distribuido y telemando desempeña las funciones propias de control, supervisión y telemando.

## **2.9 RED DE TIERRAS (TIE)**

Como en toda instalación eléctrica, existe una red de tierras, cuyo objetivo es la protección de las instalaciones y las personas en caso de defecto eléctrico. El objeto de la red de tierras es limitar la tensión que, con respecto a tierra, pueden llegar a presentar las masas metálicas en caso de defecto eléctrico. Asimismo, debe asegurar la actuación de las protecciones y eliminar el riesgo en caso de incidencias o defectos en la instalación.

Respecto al sistema de tracción en corriente continua, la red de Metro de Madrid presenta la configuración de carril aislado respecto a tierra (según la norma UNE-EN 50122).

## **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 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 de apoyo a la ingeniería asociados a las actuaciones en los sistemas de distribución de energía en la red de Metro de Madrid.

El alcance de los trabajos incluidos en los contratos particulares que se deriven del presente acuerdo marco serían básicamente de la siguiente naturaleza:

- Realización de toma de datos en campo (toma de mediciones, documentación gráfica, toma de datos para realización de unifilares, mediciones eléctricas, mediciones lumínicas, mediciones de red de tierras, ...) e inventariado de instalaciones.
- Realización de estudios técnicos en el ámbito de energía y puestas a tierra.
- Apoyo en la realización de proyectos y pliegos técnicos en el ámbito de instalaciones de energía (alta y baja tensión), incluyendo el diseño de la instalación y la realización de cálculos eléctricos (en el caso de proyectos de baja tensión, mediante el programa

dmELECT). Se incluyen en este ámbito también los sistemas de control y telemando de las instalaciones eléctricas.

- Estudios de ciclo de vida (LCC). Modelo de eficiencia económica de las instalaciones proyectadas.
- Realización de presupuestos (mediante el programa Presto).
- Realización y actualización de base de preciaros.
- Actualización de documentación técnica (planos, unifilares, fichas técnicas, etc.).
- Apoyo en el seguimiento de obras, revisión, redacción de notas o informes de obras en curso y recepción de instalaciones.
- Asesoramiento y valoración técnica/económica de actuaciones.
- Análisis y evaluaciones de eficiencia energética.
- Elaboración de estudios de viabilidad de nuevos diseños en las instalaciones eléctricas.
- Revisión de documentación, memorias técnicas o proyectos.
- Elaboración de proyecto/documentación para legalización de instalaciones y realización de trámites administrativos (incluyendo posibles inspecciones por parte de organismos de control autorizados).
- Elaboración de estudios mediambientales, acústicos y térmicos.
- Elaboración de guías técnicas de diseño, normas técnicas, protocolos de aceptación de instalaciones y documentación asociada a procesos de homologación de materiales.
- Modelado y desarrollo de proyectos con metodología BIM.
- Elaboración de diseños en realidad virtual o realidad aumentada. Videos 3D e infografías.
- Elaboración de diagramas espacio temporales para programas de energía complejos.
- Realización de simulaciones eléctricas y térmicas.
- Estudios de red de tierras y de sistemas de protección frente a contactos indirectos.

El listado anterior no es exhaustivo, pudiendo existir alguna tarea adicional de naturaleza similar.

Todas las tareas a realizar serán previamente consensuadas y coordinadas con el responsable designado a tal efecto por Metro de Madrid. Toda la documentación que se presente deberá tener el formato que se acuerde y seguir los criterios del sistema de calidad.

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

Las obras objeto del presente contrato 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 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.

Madrid, mayo de 2019

**DIRECTOR TÉCNICO:**



**D. Dionisio Izquierdo Bravo**

**AUTORES DEL PLIEGO**



**D. Santiago Rincón Arévalo**



**D. Jorge Quintana Fernández**