



Metro de Madrid, S.A.

ÁREA DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES

Servicio de Mantenimiento de Electrificación, Señales y Comunicaciones

Coordinación de Sistemas de Señalización

## **DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO**

---

### **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**

**SUMINISTRO DE 40 TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS DE AISLAMIENTO PARA  
LOS ENCLAVAMIENTOS DE LAS LÍNEAS 1, 6 Y 9 DE METRO DE MADRID**

**CÓDIGO: PL-MI-SEÑ-19-00-0003**

**ELABORADO:** Abel Acero Herreros

**Fecha:** 04/04/2019

**REVISADO:** José Luis Pascual Fernández

**Fecha:** 05/04/2019

**APROBADO:** Adolfo García Pardo

**Fecha:** 08/04/2019



Metro de Madrid, S.A.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS  
Suministro de 40 transformadores monofásicos de  
aislamiento para los enclavamientos de las Líneas  
1, 6 y 9.

## DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

---

### ÍNDICE

1	ANTECEDENTES .....	3
2	OBJETO DEL PLIEGO .....	4
3	ALCANCE DEL PLIEGO .....	5
4	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS .....	10
5	CONDICIONES DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO .....	12
6	PRESUPUESTO.....	13



Metro de Madrid, S.A.

## DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

---

### 1 ANTECEDENTES

Las instalaciones de todo sistema de señalización ferroviario tienen como función principal garantizar el movimiento seguro de los trenes. Los equipos fundamentales que conforman un sistema de señalización son:

- Circuitos de vía: encargados de realizar la detección segura del tren.
- Aparatos de vía: encargados de guiar la pestaña del tren en un cambio de vía.
- Señales: encargadas de transmitir la autoridad de movimiento al maquinista a través de una indicación luminosa.
- Enclavamientos: encargados de realizar el control seguro del tráfico ferroviario.

En METRO DE MADRID cada enclavamiento controla un área comprendida por 2 o más estaciones o un depósito de trenes. Estos enclavamientos están constituidos por los equipos de señalización necesarios para realizar el control del tráfico ferroviario con un nivel de integridad SIL 4.

Todos los equipos de señalización ferroviaria en METRO DE MADRID reciben el suministro eléctrico desde el Cuarto de Enclavamiento que controla esa sección de vía, que a su vez es alimentado por 2 acometidas individuales procedentes del Centro de Transformación (CT) de la estación. Para el aislamiento galvánico entre el CT y los equipos de señalización, se intercala un transformador monofásico de aislamiento, que también minimiza los efectos derivados de las perturbaciones eléctricas propias de una instalación: armónicos, conmutación de cargas, maniobras de apertura y cierre, ....



Metro de Madrid, S.A.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS  
Suministro de 40 transformadores monofásicos de  
aislamiento para los enclavamientos de las Líneas  
1, 6 y 9.

## **DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO**

---

### **2 OBJETO DEL PLIEGO**

El presente documento tiene como objeto justificar la necesidad para contratar el suministro consistente en 40 transformadores monofásicos de aislamiento, para instalaciones de señalización con tecnología BOMBARDIER de las Líneas 1, 6 y 9 de Metro de Madrid.



## DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

---

### 3 ALCANCE DEL PLIEGO

El alcance de este pliego es la adquisición de 40 transformadores monofásicos de aislamiento, con unas características de fabricación específicas, con objeto de ser instalados entre la línea de suministro eléctrico procedente del CT y los equipos de señalización con tecnología BOMBARDIER, donde actualmente la conexión de transferencia energética se realiza de forma directa. Esta situación afecta significativamente a la instalación, especialmente cuando falla el sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) del enclavamiento, hecho que provoca un funcionamiento degradado de los equipos de señalización, así como un envejecimiento prematuro de los mismos, acortando su vida útil.

En la siguiente tabla se muestra la relación de enclavamientos objeto de este pliego, así como la potencia aparente del transformador monofásico de aislamiento para cada instalación en particular:

LINEA	ENCLAVAMIENTO	KVA
L1	VALDECARROS	15
	LAS SUERTES	15
	CONGOSTO	15
	VILLA DE VALLECAS	15
	MIGUEL HERNANDEZ	20
	ALTO DEL ARENAL	15
	PORTAZGO	15
	NUEVA NUMANCIA	15
	PACIFICO	15
	ATOCHA RENFE	20
	ATOCHA	15
	SOL	15
	TRIBUNAL	15
	IGLESIA	15
	CUATRO CAMINOS	15



Metro de Madrid, S.A.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS  
Suministro de 40 transformadores monofásicos de  
aislamiento para los enclavamientos de las Líneas  
1, 6 y 9.

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO**

---

LÍNEA	ENCLAVAMIENTO	KVA
	TETUAN	15
	PLAZA DE CASTILLA	20
	CHAMARTIN	15
	PINAR DE CHAMARTIN	15
<b>L6</b>	CIUDAD UNIVERSITARIA	20
	ARGUELLES	15
	PUERTA DEL ANGEL	15
	LUCERO	15
	LAGUNA	20
	OPORTO	15
	PLAZA ELIPTICA	15
	LEGAZPI	20
	ARGANZUELA-PLANETARIO	15
	MÉNDEZ ÁLVARO	15
	PACIFICO	15
	SAINZ BARANDA	15
	ODONELL	15
	DIEGO DE LEON	15
	AVENIDA DE AMERICA	15
	NUEVOS MINISTERIOS	20
	CUATRO CAMINOS	15
	METROPOLITANO	15
<b>L9</b>	PACO DE LUCIA	15
	HERRERA ORIA	20
	BARRIO DEL PILAR	15

A continuación, se describen las características de los transformadores monofásicos de aislamiento a suministrar:



## DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

---

- Fases: Transformador monofásico, F+N.
- Tipo de transformador: Acorazado.
- Tensión de primario: 210 – 220 – 230 VAC.
- Tensión de secundario: 220 – 240 – 260 VAC.
- Frecuencia: 50 Hz.
- Sobretenensión admisible:  $\pm 15\%$ .
- Desviación de la tensión en secundario a plena carga:  $\leq 5\%$  tensión nominal.
- Desviación de la tensión en vacío:  $\leq 6\%$  de la tensión a plena carga.
- Intensidad de vacío:  $\leq 10\%$  de la intensidad nominal.
- Tensión de cortocircuito:  $\leq 6\%$  de la tensión nominal.
- Bobinas/devanados: cobre de alta conductividad y bajas pérdidas. Clase térmica H-180°C del material aislante. Devanados encapsulados en resina con alto poder de disipación térmica.
- Núcleo: alta permeabilidad y bajas pérdidas, de chapas o láminas de acero ferromagnéticas de bajo espesor para proporcionar bajas pérdidas por corrientes de Foucault.
- Factor K: 13.
- Pantalla de Faraday: pantalla electrostática de cobre entre los devanados primario y secundario.
- Tensión de ensayo/rigidez dieléctrica durante 1 minuto:
  - 3kV a 50Hz, entre devanados y masa (tierra).
  - 5kV a 50Hz, entre devanados.
- Resistencia de aislamiento a 500 Vcc tomando la medición después de 1 minutos de aplicación:
  - $\geq 10\text{M}\Omega$ , entre bobinados.
  - $\geq 2\text{M}\Omega$ , entre bobinados y masa.
- Refrigeración: en seco (aire) y encapsulado en resina.
- Temperatura de funcionamiento: desde -10°C hasta 60 °C.
- Clase térmica de los materiales aislantes: F-155°C.
- Ruido y vibración: Nivel bajo, alta resistencia mecánica.
- Índices de protección:



## DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

---

- Partes activas: IP23 – Clase I
  - Encapsulado en capa metálica pintura epoxy IP23, envolvente de protección contra contactos directos.
- Terminales de conexión: Tornillo M6 roscado, cada borne o terminal de conexión deberá estar perfectamente identificado.
- Terminal de masa o tierra: El transformador estará dotado de un borne o terminal de conexión de masa (tierra) tipo M6, este terminal estará conectado internamente a la pantalla de Faraday y al núcleo magnético, y externamente al encapsulado metálico.
- Vida útil en condiciones nominales de funcionamiento:  $\geq 20$  años.
- Clase ambiental y climática: E1, C1.
- Comportamiento frente al fuego: F0, resistencia al fuego, no propagación de la llama, sin contaminantes y no explosivo.
- Normas:
  - IEC/UNE-EN 61558.
  - IEC/UNE-EN 60076.
  - Marcado CE.

El transformador llevará una placa de características resistente a la intemperie, fijada en un lugar visible, las inscripciones estarán marcadas o grabadas para su futura permanencia. Los datos que debe recoger la placa del transformador son:

- Nombre del fabricante.
- Número de serie del transformador.
- Año de fabricación.
- Potencia nominal.
- Factor K.
- Tensiones nominales y conexiones.
- Polaridad y nomenclatura de los bornes.
- Corriente nominal.
- Peso total.





Metro de Madrid, S.A.

## DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

---

El adjudicatario del presente contrato deberá hacer entrega de un certificado de ensayos normalizados del transformador de forma individualizada para cada uno de los transformadores, normas IEC/UNE-EN 60076-1 y 60076-11, así como su curva de histéresis.

A continuación, se indican los ensayos según la norma IEC/UNE-EN 60076-11 a certificar de forma individual para cada uno de los transformadores suministrados:

- Medición de la resistencia eléctrica de los devanados.
- Medición de la relación de transformación, verificación de la polaridad y desplazamiento angular.
- Medición de la tensión de cortocircuito.
- Medición de las pérdidas de cortocircuito.
- Medición de las pérdidas debidas a la carga.
- Medición de las pérdidas y de la corriente en vacío.
- Ensayo de aislamiento con tensión aplicada a frecuencia industrial, 3kV entre devanados y masa y 5kV entre devanados.
- Ensayo de aislamiento con tensión inducida a frecuencia industrial.
- Corriente máxima de energización (imanación) tras maniobra de desconexión y conexión con flujo residual máximo, debiendo aplicar en la prueba el caso más desfavorable, con flujo magnético  $\Phi=2\cdot\Phi_{\text{máx.}}$



## DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

---

### 4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS

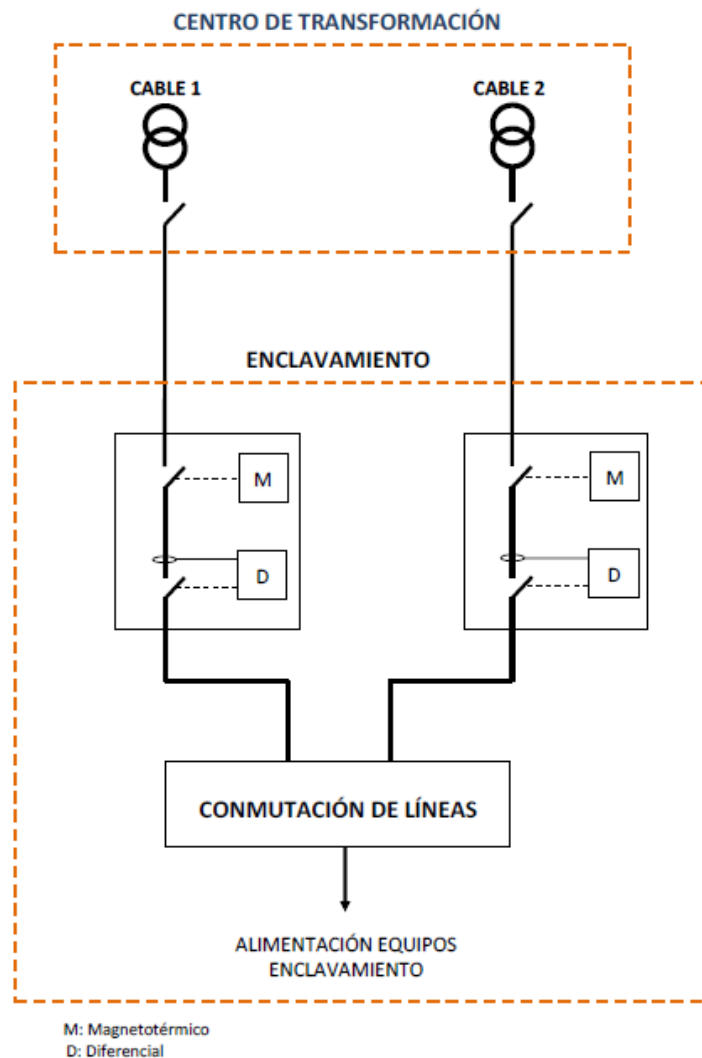
Los sistemas de señalización son los encargados de realizar el movimiento seguro de los trenes, realizando el control y supervisión del tráfico ferroviario. Por este motivo todos los sistemas de señalización están dotados con un nivel de seguridad SIL4. Los equipos que conforman los sistemas de señalización son:

- Circuitos de vía para detección de tren y transmisión de señal ATP.
- Cambios de vía, tales como agujas, diagonales y travesías.
- Señales para informar al maquinista mediante indicación luminosa del estado de la ruta.
- Enclavamientos, son los encargados de realizar el control del tráfico ferroviario.
- Equipos auxiliares, tales como toperas, proyectores de aguja, ...

Todos estos equipos de señalización son controlados desde un cuarto de enclavamiento, del que reciben el suministro eléctrico.

El Cuarto de Enclavamiento es alimentado desde el Centro de Transformación (CT) de la Estación donde está situado a través de 2 líneas independientes de energía, denominadas CABLE 1 y CABLE 2.

## DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO



El equipo conmutación de Líneas es el encargado de garantizar que únicamente una de las 2 líneas de acometida procedentes del C.T suministre energía a la carga (enclavamiento), manteniendo la otra Línea en vacío. Los equipos de señalización en el cuarto de enclavamiento reciben la energía a través de esta línea de acometida conmutada, no existiendo ninguna máquina ni elemento de separación galvánica entre los equipos del enclavamiento con tecnología BOMBARDIER y el centro de transformación. Este hecho produce perturbaciones eléctricas entre instalaciones eléctricas independientes, así como un aumento significativo en el contenido armónico de la onda de tensión condicionado por la longitud de los cables de acometida



## DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

---

(distancia medida desde la conexión en el cuarto de enclavamiento hasta la conexión en el centro de transformación).

Con objeto de dotar de aislamiento galvánico a las instalaciones de señalización con tecnología BOMBARDIER, así como de minimizar las perturbaciones eléctricas inherentes del contenido armónico generados por las cargas no lineales propias de la instalación (rectificadores, SAI, ...), se pretende instalar un transformador de aislamiento en el cuarto de enclavamiento para tal función.

### 5 CONDICIONES DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO

El servicio de adquisición del equipamiento ofertado deberá incluir:

- El **suministro** de los transformadores monofásicos de aislamiento.
- La **hoja de características, certificado de ensayos y curva de histéresis** de cada uno de los transformadores.
- La **entrega y distribución** de los transformadores. El adjudicatario de este contrato deberá hacer entrega de los transformadores y repartirlos por cada uno de los cuartos de enclavamiento designados en la tabla del apartado 3 de este mismo documento, realizando la ubicación del mismo en la zona que Metro de Madrid indique dentro del cuarto.
- La **facturación** del servicio se realizará según figura en el Pliego de Condiciones Generales que se adjunta en la convocatoria del concurso.



Metro de Madrid, S.A.

## DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

---

### 6 PRESUPUESTO

La base imponible para los servicios descritos en el presente PLIEGO, sin incluir el IVA, es de **SESENTA Y UN MIL SEISCIENTOS EUROS (61.600,00 €)**.

Los licitantes deberán desglosar su oferta económica en las partidas indicadas a continuación:

CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	IMPORTE TOTAL (€)
Transformador monofásico de aislamiento 15KVA 230VAC 50Hz Factor k-13	32	1.500,00	48.000,00 €
Transformador monofásico de aislamiento 20kVA 230VAC 50Hz Factor k-13	8	1.700,00 €	13.600,00 €

**TOTAL 61.600,00 €**