



ctb

bizkaiko garraio partzuergoa
consorcio de transportes de bizkaia

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA OBRA DE

Optimización de Puesta a Tierra de los Elementos del Sistema de Señalización de las Estaciones de Gurutzeta, Barakaldo y Urbinaga del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao

CTB-3316-22

Enero 2022



ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES	5
2.	OBJETO	6
3.	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE SEÑALIZACIÓN DEL F.M.B	7
3.1	ENCLAVAMIENTO	7
3.1.1	Subsistema de mando y supervisión	7
3.1.2	Subsistema central.....	8
3.1.3	Subsistema de interfaces con elementos de campo.....	8
3.1.4	Subsistema de interfaces con otros enclavamientos y con el telemando	9
3.1.5	Subsistema de ayuda al mantenimiento.....	9
3.1.6	Sistema de alimentación ininterrumpida.....	10
3.2	PROTECCIÓN Y OPERACIÓN AUTOMÁTICA, ATP/ATO.....	10
3.2.1	Subsistema de almacenamiento, selección y codificación	10
3.2.2	Interfaces de entrada/salida	11
3.3	EQUIPOS DE CAMPO.....	11
3.3.1	Señales luminosas	12
3.3.2	Circuitos de vía.....	12
3.3.3	Balizas	13
3.3.4	Accionamientos de aguja	13
3.3.5	Juntas inductivas.....	13
3.3.6	Cartelones	14
4.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE CAMPO	15
4.1	CIRCUITOS DE VÍA.....	15
4.2	SEÑALES	17
4.3	ACCIONAMIENTOS DE AGUJA.....	19
4.4	CAJAS DE CONEXIONADO	20



4.5	CABLES DE SEÑALIZACIÓN	21
5.	SOLUCIÓN PROPUESTA	23
5.1	ELEMENTOS DE CAMPO EN GURUTZETA	23
5.2	ELEMENTOS DE CAMPO EN BARAKALDO	24
5.3	ELEMENTOS DE CAMPO EN URBINAGA	24
5.4	ACTUACIONES A REALIZAR	25
5.4.1	Replanteo disposición picas estación	26
5.4.2	Medición de resistencia de Puesta a Tierra	26
5.4.3	Instalación de red de tierra equipotencial en estación.....	27
5.4.4	Tendido de cable conductor de tierra.....	28
5.4.5	Unión de los equipos de campo de señalización al cable conductor de tierra	29
5.4.6	Medición final de la red de tierra equipotencial.....	30
6.	ALCANCE GENERAL DEL PROYECTO.....	31
7.	MEDIOS TÉCNICOS Y AUXILIARES	33
8.	PRUEBAS Y MEDICIONES DE PARAMETROS.....	34
9.	REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE	36
10.	CONDICIONES GENERALES Y ADMINISTRATIVAS.....	45
10.1	DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR POR EL OFERTANTE	45
10.2	DOCUMENTACIÓN ENTREGABLES DURANTE LA EJECUCION DEL PROYECTO.....	45
10.2.1	Documentación de tipo general	45
10.2.2	Plan de pruebas a realizar	46
10.2.3	Documentación a presentar al finalizar la obra	48
11.	PLAZO DE EJECUCIÓN	50
12.	GARANTÍA	51
13.	UNIDADES DE OBRA	53



14.	PRESUPUESTO.....	56
15.	ANEXO I. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN “IT”	65
16.	ANEXO II. PLANO DE VÍAS Y CABLES DE GURUTZETA, BARAKALDO Y URBINAGA	67



1. ANTECEDENTES

De acuerdo con el artículo 4.3 de la Ley 44 / 1975 de 30 de Diciembre de 1975, corresponde al Consorcio de Transportes de Bizkaia la obligación de aportar la vía, el material móvil, la electrificación, los accesorios y demás elementos necesarios para la explotación del servicio del Metro de Bilbao, redactando al efecto los correspondientes Proyectos.

Dentro de dichos Proyectos necesarios se consideran incluidos los sistemas de señalización ATP/ATO, comunicaciones y Puesto de Mando Centralizado, Electrificación, Subestaciones y Sistema de Venta y Cancelación de Títulos

En el sector Basauri – Plentzia de la Línea 1 del FMB existen 6 enclavamientos de módulos geográficos y 8 enclavamientos electrónicos.

En el tramo San Inazio – Kabiezes de la Línea 2 del FMB existen 7 enclavamientos de tipo electrónico.

Los trenes UT 600, UT 500 y UT 550 pueden circular por ambas Líneas en modos manual, especial, ATP y ATO.

Los enclavamientos y los módulos de control de los sistemas ATP / ATO están ubicados en los Cuartos Técnicos de Corrientes Débiles de las estaciones implicadas, mientras que los Puestos de Mando Local se ubican en los Cuartos de los Jefes de Estación.

Los circuitos de vía son del tipo de audiofrecuencia sin juntas. Los accionamientos de aguja son eléctricos y electrohidráulicos, y las señales son del tipo homologado por Metro Bilbao.



2. OBJETO

Este pliego tiene por objeto proponer una serie de actuaciones para optimizar la conexión de Puesta a Tierra de todos los equipos de campo de señalización pertenecientes a los enclavamientos de Gurutzeta, Barakaldo y Urbinaga del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao.

Queda fuera del alcance de este proyecto la puesta a tierra de las carcasas de los motores de aguja, así como la puesta a tierra de los equipos de la cabina del enclavamiento, debido a que dicha cabina ya dispone de una pletina de tierras conectada a la pica principal de la estación correspondiente.

Para determinar las características de las medidas de protección contra contactos directos, sobreintensidades, y especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución “IT” (ver anexo I).

El significado del código de letras es el siguiente:

- I = Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.
- T = Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.



3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE SEÑALIZACIÓN DEL F.M.B

El sistema de señalización permite la circulación de los trenes con seguridad y respetando la frecuencia deseada. Dicho sistema se puede dividir en los subsistemas siguientes:

- Enclavamientos.
- Protección y operación automáticas ATP/ATO.
- Equipos de campo

3.1 ENCLAVAMIENTO

Los enclavamientos garantizarán la seguridad de las circulaciones en la vía, autorizando los movimientos solicitados únicamente mientras se cumplan todas las condiciones de seguridad.

Los itinerarios de cada enclavamiento se definen en los cuadros de movimientos e incompatibilidades.

El enclavamiento está compuesto por los subsistemas siguientes:

3.1.1 Subsistema de mando y supervisión

Para recibir los comandos del operador y representar el estado de las informaciones manejadas por enclavamiento, este dispondrá de:

- Cuadro de mando local. Situado en el cuarto del supervisor, el cuadro de mando local representa en un mural la información necesaria para la supervisión de la



circulación y proporciona el interfaz para solicitar la autorización de movimientos dentro del ámbito gobernado por el enclavamiento.

- Mando local videográfico. El enclavamiento proporciona la interfase necesaria para conectar un PC que disponga de una funcionalidad de control y supervisión del enclavamiento similar a la del cuadro de mando.
- Mando Centralizado. El enclavamiento proporciona la interfase necesaria para conectarse al sistema de telemando del Metro de Bilbao; respetando el protocolo de comunicaciones y todos los parámetros requeridos.

3.1.2 Subsistema central

El subsistema central es el órgano de decisión del enclavamiento. En él se recopila y almacena toda la información disponible: Entradas de campo, comandos del operador y estados internos. Esta información se procesa de acuerdo con la configuración y la lógica de tratamiento programada y como resultado se calculan las órdenes y estados para todas las salidas del enclavamiento: tanto hacia los elementos de campo como hacia los subsistemas de supervisión y mantenimiento.

3.1.3 Subsistema de interfaces con elementos de campo

Como medio para interactuar con todos los dispositivos instalados en campo, el enclavamiento dispone de una serie de módulos de interfaz. Estos módulos actúan de forma bidireccional:



- En dirección de salida: Acondicionan las órdenes generadas en la unidad central convirtiéndolas en señales eléctricas directamente utilizables sobre los elementos de campo, fundamentalmente señales, ATP/ATO y accionamientos de aguja.
- En dirección entrada: Acondicionan las señales eléctricas provenientes de los distintos elementos de campo para convertirlas en información utilizable por la unidad central, fundamentalmente circuitos de vía, señales y accionamientos de aguja.

3.1.4 Subsistema de interfaces con otros enclavamientos y con el telemando

Con el objeto de poder autorizar movimientos más allá del límite geográfico controlado por el enclavamiento, éste dispone de los interfaces necesarios para intercambiar las informaciones de seguridad y auxiliares con los enclavamientos colaterales.

3.1.5 Subsistema de ayuda al mantenimiento

El subsistema de mantenimiento se basa en un PC con las conexiones y el software adecuado para analizar el estado de la información manejada por el enclavamiento, tanto interna como externa y tanto en tiempo real como diferido.

Las funciones que dispone el sistema de ayuda al mantenimiento local son:

- Visualización en tiempo real del estado del tráfico sin posibilidad de toma de mando.
- Función de moviola, con la visualización de situaciones y eventos del sistema de señalización. Se deberá garantizar, como mínimo, una capacidad de



almacenamiento de eventos durante diez días de operación para su posterior reproducción.

- Supervisión del estado de las variables del enclavamiento
- Supervisión de las tarjetas electrónicas de controladores de objetos que componen el enclavamiento

3.1.6 Sistema de alimentación ininterrumpida

El sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) del enclavamiento será integrado dentro del sistema de gestión remoto de SAIs de Metro Bilbao, lo que implica que serán compatibles con las SAIs actualmente instaladas y con las tarjetas de red necesarias para permitir su gestión remota.

3.2 PROTECCIÓN Y OPERACIÓN AUTOMÁTICA, ATP/ATO

La estructura del sistema ATP/ATO es la siguiente:

3.2.1 Subsistema de almacenamiento, selección y codificación

Todos los telegramas previstos para cada uno de los circuitos de vía del enclavamiento se encuentran preprogramados en este subsistema. Cuando un tren lo requiere el subsistema selecciona el telegrama adecuado para la situación actual y comienza a transmitir su contenido.



3.2.2 Interfaces de entrada/salida

El sistema ATP/ATO dispone de una interfase hacia el enclavamiento con el objeto de recibir de éste las informaciones para la selección del telegrama adecuado.

El sistema ATP/ATO dispone de una interfase hacia los circuitos de vía para la transmisión de telegramas hacia el tren con el formato adecuado de datos.

3.3 EQUIPOS DE CAMPO

Utilizamos la denominación de equipos de campo para designar los subsistemas del enclavamiento que contienen todos o una parte de sus elementos instalados en la proximidad de la vía.

Entre los equipos de campo incluimos:

- Señales luminosas.
- Circuitos de vía.
- Balizas.
- Accionamientos de aguja.
- Juntas inductivas.
- Cartelón.

Estos elementos se complementan con las cajas de conexionado y los cables de señalización (de pares, de cuadretes, unipolares y multipolares) que conectan los aparatos de vía con el enclavamiento.



La instalación de todos estos elementos se realizará cumpliendo las especificaciones de gálibo de Metro Bilbao (según documento "Método de cálculo de gálibos", ref.: MB-6-DT-076 de Metro Bilbao).

3.3.1 Señales luminosas

Las señales laterales son los dispositivos de campo que transmiten a los maquinistas las indicaciones visuales necesarias para la circulación.

El reglamento de circulación del Metro Bilbao recoge la funcionalidad y características exigidas para los diferentes tipos de señales.

Como extracto de este reglamento se presentan los tipos de señales siguientes:

- Señales fundamentales: De entrada, salida, intermedias o de maniobras.
- Señales indicadoras: De límite de circulación, de dirección o de vía de destino.
- Señales de regulación: Salidas Bajo Orden (SBO).

3.3.2 Circuitos de vía

El elemento de detección fundamental sobre el que se apoya la seguridad de las circulaciones es el circuito de vía. En el caso de Metro Bilbao los circuitos de vía proporcionan una funcionalidad bidireccional.

En dirección campo cabina los circuitos de vía realizan la función de detección segura de materiales. La precisión de esta detección depende de la diferencia de longitud entre el circuito concreto y la del material detectado.



En dirección cabina campo los circuitos de vía (codificados) son el vehículo de transmisión y radiación de la información vía-tren para el ATP/ATO.

3.3.3 Balizas

En Metro Bilbao, las balizas de ATP/ATO se utilizan como elementos de almacenamiento y transmisión de datos fijos entre la vía y el tren. La información contenida en las balizas describe el tramo de vía, en el sentido de la marcha, indicando al material móvil: distancias a puntos de parada, pendientes de la vía, posición de andenes etc....

Sin conexión física cableada con otros elementos, las balizas se encuentran distribuidas a lo largo de la vía en posiciones precisas y están ligadas entre sí por la información que contienen.

3.3.4 Accionamientos de aguja

Los accionamientos de aguja son los dispositivos encargados de asegurar la maniobra y la posición de los cambios de vía. Los accionamientos de aguja presentan frente al enclavamiento una interfaz bidireccional que en un sentido permite activar el movimiento de la aguja y en el otro proporciona una comprobación eléctrica de su posición actual.

3.3.5 Juntas inductivas

Los circuitos de vía instalados no precisan normalmente de juntas aislantes. En caso excepcional de necesidad, se instalan juntas inductivas para asegurar el retorno de tracción.



3.3.6 Cartelones

Los cartelones son indicaciones fijas que proporcionan al maquinista informaciones visuales permanentes. Se utilizan cartelones para marcar, por ejemplo, los límites de movimientos en régimen de maniobra.



4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE CAMPO

El objetivo de este pliego es proponer una serie de actuaciones para optimizar la protección por puesta a tierra de todos los equipos de señalización de campo instalados en los enclavamientos citados. A continuación, se describen las especificaciones técnicas de dichos elementos.

4.1 CIRCUITOS DE VÍA

El elemento de detección fundamental sobre el que se apoya la seguridad de las circulaciones es el circuito de vía. En el caso de Metro Bilbao los circuitos de vía proporcionan una funcionalidad bidireccional.

En dirección campo cabina los circuitos de vía realizan la función de detección segura de materiales. La precisión de esta detección depende de la diferencia de longitud entre el circuito concreto y la del material detectado.

En dirección cabina campo los circuitos de vía (codificados) son el vehículo de transmisión y radiación de la información suelo-tren para el ATP/ATO.

De acuerdo con la instalación actual de Metro Bilbao, los CDV están compuestos por los módulos de cabina y de campo descritos a continuación.

- Módulos de cabina: Son los equipos que se ubicarán en los bastidores de los Cuartos Técnicos de Corrientes Débiles. Serán:
 - Módulos transmisores: Existirán al menos 9 tipos de transmisores, en función de la frecuencia de emisión. Se utilizará un módulo transmisor por circuito.



Dispondrán de un puerto serie para conexión a los módulos de control de ATP / ATO.

- Módulos receptores: Existirán al menos 9 tipos de receptores, en función de la frecuencia. Se podrán utilizar de uno a tres módulos receptores por circuito, en función de la configuración topológica.
- Unidades de adaptación a línea: Se utilizarán para adecuar las características eléctricas de las señales del emisor y del receptor al punto real de utilización de los equipos pasivos en vía, de forma que se minimicen las pérdidas en los cables. Existirá una unidad de adaptación por cada transmisor o receptor.
- Fuentes de alimentación: Se utilizarán para alimentar eléctricamente a los módulos transmisores y receptores. En general se instalará una por cada CDV.
- Protecciones del sistema: Se utilizarán fusibles de protección y se soportarán cortocircuitos y sobretensiones.
- Interface para conexión de los codificadores de ATP/ATO con los módulos transmisores de los CDV.
- Módulos de campo: Son los elementos del sistema que se colocarán en vía, y estarán constituidos por componentes pasivos. Pueden ser de los siguientes tipos:
 - Unidades de sintonía: Se emplean para acoplar la energía en cada CDV. En general existe una unidad de sintonía por cada transmisor o receptor. Deben operar tanto en CDV normales como en desvíos.



- Lazos de sintonía: Permiten, junto con las unidades de sintonía, la separación eléctrica entre circuitos. Son del tipo “en Z”. Consisten en cables de cobre aislado de 95 mm² de sección o de aluminio de 120 mm².
- Lazos de cortocircuito: Se utilizan en el extremo del último circuito de vía. Se componen de cables de cobre aislado de 95 mm² de sección o de aluminio de 120 mm².

4.2 SEÑALES

Las señales laterales son los dispositivos de campo que transmiten a los maquinistas las indicaciones visuales necesarias para la circulación.

El reglamento de circulación del Metro Bilbao recoge la funcionalidad y características exigidas para los diferentes tipos de señales.

En el sistema de señalización del FMB se utilizan tres tipos de señales:

- Señales fijas fundamentales: Protegen y regulan los movimientos de las Unidades. Pueden ser señales de entrada, de salida, intermedias y de maniobras.
- Señales fijas indicadoras: Complementan las órdenes de las señales fijas fundamentales. Pueden ser señales de límite de circulación, indicadores de dirección, indicadores de vía de destino, indicadores para la tracción eléctrica o cartelones.
- Señales fijas de regulación: Regulan las circulaciones, manteniendo entre las mismas un intervalo predeterminado. Son las Salidas Bajo Orden (SBO).

Las señales están instaladas a la izquierda del tren en el sentido normal de la marcha, salvo casos excepcionales en los que no haya espacio en ese lado.



Las señales luminosas de circulación son estancas, de fundición, del tipo modular y con focos de LEDs. En general, las señales luminosas disponen de los siguientes componentes:

- Focos de LEDs: Son las luces que componen los diferentes aspectos de la señal. Pueden ser 2, 3 ó 4 ópticas de color verde, amarillo, rojo, blanco o violeta. Está constituido por una matriz de Leds de alto rendimiento controlados por una electrónica asociada. Dispone mediante programación de dos niveles de luminosidad (nominal, reducido) según las condiciones de iluminación manteniendo constante la potencia nominal del foco.
- Pantalla de contraste, de color negro pintada con orla reflectante blanca.
- Soporte: Las señales de superficie están apoyadas en un mástil excepto las que, por condiciones de gálibo, se soportan sobre un anclaje o soporte, homologado por Metro Bilbao. Las señales altas disponen de una escalera con protección en la parte posterior para acceso a los focos. En los trayectos soterrados las señales se soportan al hastial mediante anclaje homologado.
- Transformador de señal: Las bornas del primario se conectan a una regleta de terminales que se aloja en la cabeza de la señal, y las del secundario se conectan directamente a las bornas de los portalámparas de los focos. Los primarios de los transformadores aceptan tensiones de 110 y 220 V. Los secundarios disponen de salidas escalonadas para poder ajustar la tensión en la lámpara independientemente de la longitud de los cables de conexión.
- Elementos de acceso: Las señales disponen de puertas de acceso en la parte posterior dotadas de ventanas de ventilación, y protegidas mediante candados del tipo normalizado por Metro Bilbao.



Los pilotos de maniobra de las señales de entrada o de salida de estación están formados por una sola luz provista de pantalla en forma redonda, pintada de negro y con la orla blanca. Se instalan sobre el propio mástil de la señal, siempre que sus características geométricas lo permitan.

Los módulos de indicación (dirección, vía de destino, ...) se acoplan a las señales fijas de entrada, salida y maniobra, y están formadas por pantallas metálicas cuadradas de fondo negro sobre las que se inserta la señal luminosa de forma adecuada mediante haces de fibra óptica.

4.3 ACCIONAMIENTOS DE AGUJA

Los accionamientos de aguja son los equipos que permiten a los enclavamientos realizar la maniobra, retención y comprobación de las agujas de forma totalmente segura. Para ello se basan en mecanismos que transforman el movimiento de rotación de un motor eléctrico en un movimiento rectilíneo.

Los accionamientos de aguja constan de una caja de protección en cuyo interior se alojan los siguientes bloques de elementos:

- Sistema de accionamiento
- Timonería
- Sistema de supervisión y control

El sistema de accionamiento puede ser eléctrico o electrohidráulico.



La timonería, compuesta por los elementos que unen el sistema de accionamiento con los espadines (barra de accionamiento, embrague, barras de detección, cerrojos de uña, etc.), está diseñada para ancho de vía métrico.

El accionamiento dispone de una barra de tracción y dos barras de comprobación independientes, una para cada espadín.

4.4 CAJAS DE CONEXIONADO

En todos aquellos puntos de la línea en los que es necesario alimentar uno o varios equipos de vía, como pueden ser señales, accionamientos, circuitos de vía, etc., existen cajas de terminales para el conexionado, tanto de los cables generales como de los secundarios que alimentan a dichos equipos.

Estas cajas son de chapa de acero galvanizado, estancas, y pueden ser de 50 a 100 bornas, dependiendo del número de conductores que acometan a la caja. En su interior van montadas sobre perfil las regletas de conexión seccionables para el emborne de los cables, cuyas características son:

- Rigidez dieléctrica (DIN VDE 0303/parte 2): $> 150 \text{ kV/cm}$
- Resistencia específica (DIN VDE 0303/parte 3): $109 \Omega \times \text{cm}$
- Resistencia superficial (DIN VDE 0303/parte 3): 1010Ω
- Intensidad nominal: 35 A
- Tensión nominal: 750 V

Para el montaje, las cajas de terminales van apoyadas sobre soportes, quedando la caja separada del terreno.



Las cajas de terminales son de tipo estanco, y llevan en la tapa una junta de goma para evitar la entrada de agua.

Todas las entradas llevan chapas con un número determinado de taladros, dependiendo de las necesidades. Estos taladros llevan un tubo flexible y armado unido a la chapa con un racord. Por este tubo entra un cable; existiendo tantos tubos como cables. El resto de taladros se ciegan mediante tapones roscados. Los tubos que lleven cables son sellados con silicona para evitar la condensación.

4.5 CABLES DE SEÑALIZACIÓN

Los cables de señalización pueden ser de los siguientes tipos:

- Cables unipolares: se utilizan para la unión de las cajas de sintonía con el carril.
- Cables de cuadretes: se utilizan para llevar la señal desde los enclavamientos hasta los transmisores de los CDV, para la conexión del enclavamiento con los accionamientos de aguja, para la conexión del enclavamiento con el cuadro de mando local, y para el bloqueo entre enclavamientos. También se utilizan para conectar los receptores de los CDV con sus correspondientes cajas de conexión.
- Cables de pares: se utilizan para llevar la señal desde los enclavamientos hasta las cajas de conexión de los receptores de los CDV y de las señales de tecnología de LEDs.
- Cables multipolares: se utilizan para llevar la señal desde las cajas de conexiones hasta las señales y accionamientos de aguja. También se utilizan para la conexión entre los enclavamientos y el Cuadro de Mando Local.



Todos los cables son armados para evitar deterioros.

Mayoritariamente, estos cables van tendidos por los hastiales y por el bajo andén de vía 1.



5. SOLUCIÓN PROPUESTA

El objetivo de este pliego es proponer una serie de actuaciones para optimizar la protección eléctrica por puesta a tierra de todos los equipos de señalización de campo instalados en los enclavamientos de Gurutzeta, Barakaldo y Urbinaga. Queda fuera del alcance de este proyecto la puesta a tierra de las carcassas de los motores de aguja instalados en dichos enclavamientos. A continuación, se listan los elementos de campo a proteger para cada uno de los enclavamientos:

5.1 ELEMENTOS DE CAMPO EN GURUTZETA

PUESTA A TIERRA ELEMENTOS SEÑALIZACIÓN				
GRUPO DE CAJAS	UNIDADES DE SINTONÍA	CAJAS DE TERMINALES	CABEZAS DE SEÑAL	DISTANCIA APROX. DESDE CENTRO ANDÉN DE GURUTZETA
13T13	4	3	1	-1356
C.E.	0	1	0	-1311
13T15	4	2	0	-1031
C.E.	0	1	0	-1015
32E01	4	3	1	-706
32E03	4	2	0	-381
32S01	4	3	2	-65
CENTRO ANDÉN ESTACIÓN DE GURUTZETA				
32S03	4	3	2	65
32M01	4	3	2	145
C.E.	0	1	0	280
32T03	4	2	0	423
C.E.	0	1	0	555
32T05	4	2	0	702



33S01	4	3	2	957
-------	---	---	---	-----

En el Anexo II se adjunta el plano de vías y cables de Gurutzeta donde figuran los elementos de señalización que aparecen en la tabla anterior. Este plano podrá suministrarse al adjudicatario en caso de solicitarlo.

5.2 ELEMENTOS DE CAMPO EN BARAKALDO

PUESTA A TIERRA ELEMENTOS SEÑALIZACIÓN				
GRUPO DE CAJAS	UNIDADES DE SINTONÍA	CAJAS DE TERMINALES	CABEZAS DE SEÑAL	DISTANCIA APROX. DESDE CENTRO ANDÉN DE BARAKALDO
33S03	4	3	2	-751
34T01	4	2	0	-529
34T03	4	2	0	-306
34S01	4	3	2	-65
CENTRO ANDÉN ESTACIÓN DE BARAKALDO				
34S03	4	3	2	65
34M01	4	3	2	145
35S01	4	3	2	370

En el Anexo II se adjunta el plano de vías y cables de Barakaldo donde figuran los elementos de señalización que aparecen en la tabla anterior. Este plano podrá suministrarse al adjudicatario en caso de solicitarlo.

5.3 ELEMENTOS DE CAMPO EN URBINAGA

PUESTA A TIERRA ELEMENTOS SEÑALIZACIÓN				
GRUPO DE CAJAS	UNIDADES DE	CAJAS DE TERMINALES	CABEZAS DE SEÑAL	DISTANCIA APROX. DESDE CENTRO ANDÉN



	SINTONÍA			DE URBINAGA
35S03	4	3	2	-749
35T01	4	2	0	-639
35T03	4	2	0	-392
36S01	4	3	2	-65
CENTRO ANDÉN ESTACIÓN DE URBINAGA				
36S03				(*)
36M01				(*)
36T01				(*)
36T03				(*)

(*) ELEMENTOS REFERENCIADOS A TIERRA DESDE SESTAO.

En el Anexo II se adjunta el plano de vías y cables de Urbinaga donde figuran los elementos de señalización que aparecen en la tabla anterior. Este plano podrá suministrarse al adjudicatario en caso de solicitarlo.

5.4 ACTUACIONES A REALIZAR

Para la realización de los trabajos de forma coordinada se requerirá la comunicación y obtención del correspondiente permiso de la Comisión de Intervalos. Las actividades derivadas del presente pliego requerirán normalmente de la presencia de un piloto o encargado de seguridad, acreditado por Metro Bilbao y de la figura de recurso preventivo.

Por otra parte, será responsabilidad del contratista realizar en fase de oferta un replanteo de detalle para verificar *in situ* el alcance exacto de los trabajos necesarios a realizar.



5.4.1 Replanteo disposición picas estación

El primer trabajo a realizar deberá ser un replanteo para comprobar la disposición y estado de las picas ubicadas en el bajo andén de las estaciones de Gurutzeta, Barakaldo y Urbinaga.

5.4.2 Medición de resistencia de Puesta a Tierra

Tras el replanteo, y la definición de la pica o picas a utilizar, se deberá realizar *in situ* una serie de mediciones de resistencia de puesta a tierra para las citadas picas de las estaciones de Gurutzeta, Barakaldo y Urbinaga, para así posteriormente valorar cómo se debería actuar para la adecuación de la implantación de la puesta a tierra final.

Las mediciones se deberán realizar en una serie de picas alineadas (terna) que se encuentran ubicadas debajo de los andenes, y unidas entre ellas, de manera similar a lo que aparece en el siguiente esquema y fotografías, que corresponden a la estación de Kabiezes.

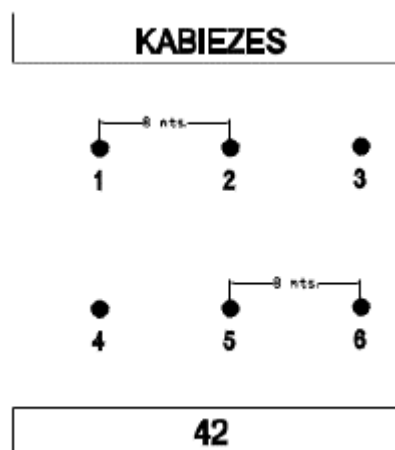


Figura 1.- Las distancias entre las picas son de unos 8 metros entre las mismas, como indica la figura.



Foto 1.- Detalles de la primera pica de tierra existente bajo el andén de vía 1 en la estación de Kabiezes.

5.4.3 Instalación de red de tierra equipotencial en estación

La instalación de una red de tierra equipotencial se hará uniendo las picas existentes ubicadas en el bajo andén de la estación, mediante un conductor de cobre desnudo de 1x70 mm² de sección que se unirá a las mismas mediante soldadura aluminotérmica o sistema de unión equivalente. Es posible no unir todas las picas de ambos andenes, pero al menos debe unir el electrodo que menor resistencia a tierra presenta.

Una vez unidas todas se escogerá la pica que tenga un valor de resistencia a tierra menor. A la misma se unirá un tramo de conductor que unirá toda la red anterior, y una caja de comprobación de tierras que se colocará y se unirá al conjunto, tal y como presenta la siguiente figura particularizada para el caso de la estación de Kabiezes.

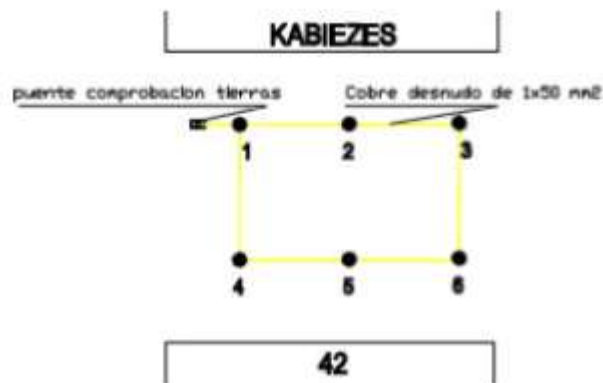


Figura 2.- Instalación de tierra equipotencial realizada en Kabiezes (La pica 1 es la de resistencia menor).

5.4.4 Tendido de cable conductor de tierra

Para realizar la nueva red de tierra, que una todos los equipos de campo de señalización, se tenderá un conductor de tierra a lo largo de toda la longitud de la instalación del enclavamiento. Este conductor será de cobre desnudo de $1 \times 70 \text{ mm}^2$ de sección, y se deberá tender dentro de conducto de PVC libre de halógenos de 25 mm de diámetro que se incluirá junto al suministro del cable.

Dicho cable, como se ha indicado, irá canalizado bajo tubo ubicándose a una altura inferior a 2,5 m, según se indica en la normativa, salvo que la Dirección de Obra solicite expresamente lo contrario.

El citado tubo de PVC libre de halógenos, que hará de canalización para el cable desnudo, se instalará grapado a lo largo del túnel, en la cara interior del dado de canalizaciones (ver Foto 2), junto a la columna seca, asegurando que libre el gálibo reglamentario de Metro Bilbao.



Foto 2.- Ubicación del tendido de tubo+cable conductor.

La nueva red de tierra se conectaría a la caja de comprobación de tierras, referida anteriormente (ver Figura 3).

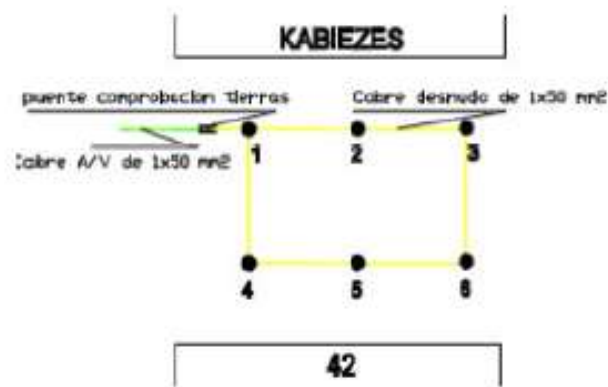


Figura 3.- Esquema de conexión de la línea a la caja de comprobación de tierras realizada en Kabiezes.

5.4.5 Unión de los equipos de campo de señalización al cable conductor de tierra

Para realizar dicha unión se deberá conectar a la nueva red de tierra cada elemento de señalización que compone la instalación mediante un cable de tierra. Queda fuera del alcance de estos trabajos la conexión de los motores de aguja.



La carcasa de cada equipo se unirá, mediante terminal, a un cable de cobre del tipo H07Z1-K libre de halógenos, de $1 \times 6 \text{ mm}^2$ de sección. Dicho cable irá canalizado bajo tubo flexible de PVC libre de halógenos. A su vez, el otro extremo del cable se unirá al cable conductor de tierra de $1 \times 70 \text{ mm}^2$ de sección (referido en el punto anterior), mediante caja de derivación y borna de tierra, a colocar exteriormente en el tacón del túnel, junto al tubo instalado para el cable conductor de tierra. Cuando coincidan varios elementos en el mismo punto kilométrico o muy próximo, se realizará una conexión en estrella desde el cable conductor a todos los elementos, por medio de una caja de derivación del tamaño necesario para integrar las bornas y/o pletina correspondientes.

5.4.6 Medición final de la red de tierra equipotencial

Una vez instalada la red de tierras se deberán medir nuevamente los valores de resistencia de tierra. Como los elementos que componen la instalación son preferentemente de comunicaciones, se buscará un valor adecuado a ese uso.

Si no se obtuviera, se potenciaría la red mediante tierra química o un nuevo electrodo de puesta a tierra hincado en el terreno y unido posteriormente a la red, hasta encontrar un valor óptimo.

La implantación de esta propuesta mejora la seguridad de las personas en contacto con los equipos de campo de señalización e incluso de los propios equipos de señalización en el enclavamiento, en el caso de que se produjese una derivación de la corriente de tracción a tierra desde el carril.



6. ALCANCE GENERAL DEL PROYECTO

El alcance de la obra comprende una serie de trabajos sobre los equipos de campo de señalización de los enclavamientos de Gurutzeta, Barakaldo y Urbinaga del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao con el fin de optimizar la conexión a tierra de dichos elementos de señalización.

De forma general, el alcance de los trabajos a realizar por el Contratista, tras la adjudicación de estos, será el siguiente:

- Replanteo de la disposición de las picas de las estaciones contempladas en el presente pliego.
- Medición de la resistencia de Puesta a Tierra en las estaciones contempladas en el presente pliego.

Una vez estudiados los factores que conforman la instalación, y siempre cumpliendo las prescripciones de la legislación vigente, en particular REBT ITCBT 18 (relación entre secciones de los conductores de protección y fase) y en la ITC-BT 08 (Esquema de distribución a tierra de la red general), se deberán realizar las actuaciones descritas en el punto 5. *Solución propuesta* del presente Pliego para la adecuación del sistema de puesta a tierra:

- Instalación de red de tierra equipotencial en estación.
- Tendido de cable de tierra.



- Unión de los equipos de campo de señalización al cable de tierra, excepto los accionamientos de aguja presentes en los enclavamientos objeto del presente pliego.
- Medición final de la red de tierra equipotencial.

Todos los trabajos a realizar que no sean compatibles con el servicio ferroviario se deberán ejecutar en horario nocturno.



7. MEDIOS TÉCNICOS Y AUXILIARES

Para efectuar los trabajos incluidos en el presente Pliego será necesario emplear los medios auxiliares apropiados y que cumplan todas las normativas vigentes de aplicación.

El adjudicatario está obligado a aportar a la obra el equipo, maquinaria, herramientas, etc., necesarios para la correcta ejecución de las unidades de la obra. La maquinaria debe estar homologada por Metro Bilbao y cumplir los requisitos legales en cuanto a Seguridad y Salud y Medioambiente.

La Dirección de Obra se encuentra facultada para exigir la aportación de mano del suministro, maquinaria y medios necesarios, con el fin de alcanzar el ritmo previsto en la realización de los trabajos.



8. PRUEBAS Y MEDICIONES DE PARAMETROS

Las pruebas que realizará el contratista estarán enfocadas a verificar y validar la adecuación de los diferentes sistemas suministrados y trabajos realizados, acorde a las exigencias de las siguientes especificaciones de referencia:

- Especificaciones funcionales y técnicas de los pliegos de este proyecto.
- Normas aplicables del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao.
- Normas internacionales de aplicación en cada caso.

Durante el proceso de fabricación el Contratista procederá a la realización de las diferentes pruebas y ensayos exigidos, además de otros que puedan ser propuestos por la Dirección de Obra.

El Contratista deberá facilitar un Protocolo detallado de Pruebas de aceptación para cada uno de los sistemas que instale, protocolo que deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.

Antes de la realización de las pruebas en fábrica o recepción de material (15 días), el Contratista deberá contactar con la Dirección de Obra para que ésta pueda considerar su asistencia. La no asistencia de la Dirección de Obra no eximirá al Contratista de la calidad obtenida ni de sus obligaciones.

En caso de que el sistema no supere alguna de las pruebas se anotará tal situación en las hojas del protocolo, debiendo el Contratista realizar posteriormente las mejoras y cambios



que considere oportuno en el sistema para la superación de la prueba. El ensayo fallido deberá ser repetido hasta su superación.

En caso de que al realizar el Protocolo de Pruebas exista algún fallo que obligue a realizar modificaciones importantes del sistema, el Contratista deberá (a juicio del Director de Obra) repetir completamente el Protocolo de Pruebas del sistema.

El Contratista deberá entregar los protocolos y certificados de las pruebas realizadas en fábrica firmados por los equipos una vez superadas las mismas.

Por otro lado, el Contratista deberá realizar las pruebas de recepción de los diferentes equipos y sistemas para poder solicitar la recepción provisional de los mismos.



9. REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE

A continuación, se presenta una relación de la Reglamentación y Normas de aplicación en el Proyecto de Puesta a Tierra de los elementos de señalización de los enclavamientos de Etxebarri, Sestao y Portugalete del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao.

En general, son de obligado cumplimiento cuantas prescripciones figuren en las Normas, Instrucciones o Reglamentos oficiales, que guarden relación con las obras del presente proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

En caso de discrepancia entre las diferentes Normas, y salvo indicación expresa de lo contrario en el presente Proyecto o por la Dirección de Obra, se entenderá como válida la prescripción más restrictiva.

Si alguna de las disposiciones hace referencia a otras que hayan sido derogadas o modificadas, se entenderá que dicha derogación o modificación se extiende a aquella parte de la primera que haya quedado afectada.

Normativa ferroviaria

- Normas y Especificaciones Técnicas de RENFE y ADIF.
- U.I.C. Normas de la Unión Internacional de Ferrocarriles.
- Reglamento Sector Ferroviario R.D. 2387/2004 de 30 de diciembre
- ENV 50121. Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética.
- Ficha UIC 704 R. Sistemas de transporte ferroviario. Compatibilidad electromagnética



- Ficha UIC 737 4R. Disposiciones para limitar las perturbaciones de las instalaciones a corrientes débiles originadas por la tracción eléctrica
- Ensayos realizados por el Instituto Europeo de Investigación Ferroviaria ENNRI.

Normativa señalización ferroviaria

- Reglamento de Circulación y Señales de Metro Bilbao.
- CENELEC EN 50 126. Ejercitación y demostración de fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad.
- CENELEC EN 50 128. Comunicaciones, señalización y sistemas de proceso. Software para sistemas de control y protección ferroviaria.
- CENELEC EN 50 129. Comunicaciones, señalización y sistemas de proceso. Seguridad en sistemas electrónicos de señalización.
- R009-001: Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y proceso. Fallos peligrosos y niveles de integridad de seguridad (SIL).
- R009-004: Aplicaciones ferroviarias. Asignación sistemática de requisitos de integridad de seguridad.

Normativa Metro Bilbao:

Será de obligado cumplimiento:

- Plan Estratégico de Prevención y Control de Riesgos Laborales de Metro Bilbao
- Reglamento de Circulación y Señales de Metro Bilbao (MB-6-DT-016).
- Normas de Intervalos y Procedimiento de ejecución de trabajos en la red de Metro Bilbao. Normativa Técnica



- SE-1-DE—046 Norma de Seguridad para trabajos que afecten o puedan afectar al gálibo de vía

Procedimientos de empresas

- P-207-3. Requerimientos de personal de Contratas para trabajos en vía
- P-208-3. Requerimientos exigibles a la maquinaria pesada de vía

Instrucciones Operativas

- IO-302-1. Norma general de utilización de EPI's
- IO-303-2 Norma general de utilización de ropa de alta visibilidad
- IO-371-1 Trabajos sin tensión.
- IO-372-1 Trabajos con tensión
- IO-374-1 Trabajos en proximidad
- IO-375-1 Trabajos eléctricos en locales de riesgo

Será normativa de referencia:

- IO-305-8 Procedimiento de corte nocturno de corte de tensión en catenaria
- IO-329-1 Carga y descarga de carriles
- IO-350-1 Norma general para el manejo de cargas
- IO-352-1 Norma general para el manejo de herramientas manuales
- IO-353-1 Norma general para el manejo de herramientas portátiles



Normativa eléctrica

General

- R.E.B.T. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias RD 842/2002.
- R.C.E. Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Directiva B.T :73/23/CEE
- Directiva C.E.M :89/336/CEE
- Normas CENELEC: Instalaciones eléctricas de Baja Tensión
- C.E.I. Normas de la Comisión Electrotécnica Internacional.
- UNESA Recomendaciones de la Unión Eléctrica, S.A.
- UNE 21 401.- Códigos para designación de colores.
- CEI 660.- Insulators – Test on indoor post insulators of organic material for systems with nominal voltages greater than 1000 V up to not including 300 kV.
- CEI 664: Ordenanza de aislamiento en redes de BT

Instalaciones Eléctricas de Baja tensión

- ITC MIE BT 18 – Instalaciones de puesta a tierra.
- ITC MIE BT 19 – Instalaciones interiores o receptoras. Descripciones generales.
- ITC MIE BT 20 – Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.
- ITC MIE BT 21 – Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectores.
- ITC MIE BT 22 – Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobrecorrientes.



- ITC MIE BT 23 – Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones.
- ITC MIE BT 24 – Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos.

Normativa sobre aparamenta eléctrica

- UNE 60 898.- Interruptores magnetotérmicos.
- Normas internacionales de aparamenta de Baja Tensión
- UNE 60 947: Aparamenta de Baja Tensión.
- UNE 20 109: Aparamenta de mando de Baja Tensión.
- UNE 20 119: Auxiliares de mando de Baja Tensión.
- UNE 20 129: Interruptores y seccionadores de Baja Tensión de corte al aire
- UNE 60 309: Tomas de corriente para usos industriales
- CEI 60694.- Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de alta tensión.

Normativa sobre cuadros eléctricos

- UNE EN 60 439.- Conjuntos de aparamenta de baja tensión.
- UNE EN 60 439.1: Diseño y construcción de cuadros eléctricos de Baja Tensión.
- UNE 20 098: Conjuntos de aparamenta de Baja Tensión montados en fábrica.
- CEI 695.2.1: Ensayos de comportamiento frente al fuego.

Normativa sobre S.A.I.s

- UNE EN 50 091.1; 1996: Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI). Parte 1: Prescripciones generales y prescripciones de seguridad.



- UNE EN 50 091.2; 1997: Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI). Parte 2: Prescripciones para la compatibilidad electromagnética (CEM).
- UNE EN 50 091.2 CORR; 1999: Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI). Parte 2: Prescripciones para la compatibilidad electromagnética (CEM).
- EN UNE 60 146.3: Convertidores en corriente continua con semiconductores.
- CEI 478: Alimentadores estabilizados en corriente continua.
- DIN 40 745: Baterías ácidas de recombinación de gas.
- DIN 41 179.1: Convertidores estáticos. Curvas de carga de baterías ácidas.
- DIN 45 635: Medida de ruido en máquinas.
- DIN VDE 0510: Instalaciones de baterías fijas.

Normativa sobre instalaciones de fuerza y alumbrado

- UNE 20 392; 1993: Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de fluorescencia. Prescripciones de funcionamiento.
- UNE 72 153; 1985: Niveles de iluminación. Asignación de tareas visuales.
- UNE 72 160; 1984: Niveles de iluminación. Definiciones.
- UNE 72 161: Niveles de iluminación. Especificación.
- UNE 72 162; 1985: Alumbrado de emergencia. Clasificación y definiciones.
- UNE 72 251; 1985: Luminarias para alumbrado de emergencia de evacuación. Condiciones físicas para las medidas fotométricas.
- UNE EN 60 598.2-22: 1993: Luminarias. Parte 2: Requisitos particulares. Sección 22: Luminarias para alumbrados de emergencia (versión oficial en 60 598.2-22; 1990)

Normativa sobre Cables



- IEC / CEI 423.- Diámetros normalizados.
- UNE 20 314.- Reglas de seguridad de material eléctrico para baja tensión.
- UNE 21 022.- Conductores de cables aislados.
- UNE 21 141.- Cables de aluminio y acero.
- UNE 2113.2; 1999: Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 2: Cable con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo.

Normas relativas a:

- Incendio:
 - IEC 3332.3.
 - UNE 20 431.- Características de los cables eléctricos resistentes al fuego.
 - UNE 20-432.3. Ensayos de cables sometidos al fuego.
 - CEI 695.2.1: Ensayos de comportamiento frente al fuego.
 - NF C 30070C1.
 - UNE 20427 P1.
 - IEEE 383.
- Emisión de halógenos:
 - UNE 21147/1.
 - IEC / CEI 754.- Sin emisión de halógenos / sin corrosividad.
 - CEI 20-37.
 - BS 6425/1.
- Toxicidad:
 - RAPT K-20.
 - CEI 20-37.



- NF C 20454.
 - UIT/APTA.
 - NES 713.
- Corrosividad:
 - IEC 60754/2.
 - NF C 20453.
 - VDE 0472.
 - Pr. UNE 21147/2.
- Opacidad:
 - UNE 21172/1.
 - UNE 21172/2.
 - IEC 1034/1.
 - IEC 1034/2.
 - BS 6724.
 - CEI 20-37 P3.
 - NES 711.
 - RAPT K-20.
 - UITP/APTA (2).
- Retardo de la llama:
 - UNE EN 50265-1.
 - UNE EN 50265-2-1.
 - IEC / CEI 332.- Prueba de propagación de llama / de incendio.
 - UNE 20 427.- Ensayo de propagación de la llama.
- Densidad de humos:



- UNE EN 50268-1.
- UNE EN 50268-2.
- UNE 21 172.- Medida de la densidad de humos.
- IEC / CEI 1034.- Sin desprendimiento de humos opacos.
- Toxicidad y corrosividad de humos:
 - UNE EN 50267-1.
 - UNE EN 50267-2-2.
 - UNE EN 50267-2-3.
 - IEC 60754-2
 - UNE 21 174.- Sin toxicidad.
- Bajo contenido en halógenos:
 - UNE EN 50267-1.
 - UNE EN 50267-2-1.
 - IEC 60754-1



10. CONDICIONES GENERALES Y ADMINISTRATIVAS

10.1 DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR POR EL OFERTANTE

El ofertante incluirá obligatoriamente en el Sobre C de la oferta, la información solicitada en el apartado I2.

10.2 DOCUMENTACIÓN ENTREGABLES DURANTE LA EJECUCION DEL PROYECTO

Toda la documentación se entregará en cualquiera de los idiomas oficiales. En caso de entregarse algún documento en otro idioma (especificación, hoja de datos, informe de ensayos, etc.) se deberá acompañar de la traducción correspondiente.

La documentación correspondiente a cada sistema se entregará en papel (3 copias), así como en soporte informático. Los formatos de entrega de la documentación se definirán durante el Proyecto de Detalle.

La entrega de la documentación condicionará la recepción del sistema.

En general, la documentación a entregar a lo largo del desarrollo del Contrato podrá ser de los tipos indicados a continuación:

10.2.1 Documentación de tipo general

Esta documentación será entregada por el Contratista en los momentos en que sea necesaria para el normal desarrollo del Contrato o solicitada por el Director de Obra a lo largo del progreso de la instalación.



- Organigrama del equipo del Contratista en todas las áreas de actuación: Ingeniería, Obra, Calidad, etc.
- Planificaciones de ejecución de los trabajos
- Implantaciones de equipos
- Necesidades de terceros
- Documentación e informes que solicite el Director de Obra

También se incluye en este apartado toda la documentación que el Contratista deberá preparar y entregar a los correspondientes Organismos Oficiales para legalizar todas las instalaciones objeto del Proyecto.

10.2.2 Plan de pruebas a realizar

Se deberán elaborar y presentar a la Dirección de Obra para su aprobación, los Protocolos y Planes de Pruebas de los equipos y sistemas, tal como se define en el Plan de Pruebas, tanto para equipos individuales en las pruebas de aceptación en fábrica como para sistemas integrados en las pruebas de aceptación de puesta en servicio en obra.

Las pruebas a realizar sobre los distintos equipos podrán ser:

- Pruebas de aceptación en fábrica
- Pruebas de aceptación de puesta en servicio en obra

Para cada sistema a probar será de aplicación su Protocolo de Pruebas y sus hojas de registro de verificaciones.

Las pruebas de aceptación en fábrica tendrán por objeto validar el equipo o sistema que más adelante será instalado en obra.



Las pruebas de aceptación de puesta en servicio en obra tendrán por objeto validar el equipo o sistema (obra terminada) que más tarde será parte del sistema de gestión centralizado de la explotación del Metro de Bilbao.

El Contratista deberá presentar a la Propiedad, para su aprobación, un Plan de Pruebas para todo el conjunto de equipos.

Cada Plan de Pruebas de aceptación en fábrica, a realizar por el Contratista para su aprobación por la Dirección de Obra, deberá incluir una relación de documentación de referencia, una lista de verificaciones a realizar y unas hojas de registro de los resultados de las pruebas.

Cada Plan de Pruebas de aceptación de puesta en servicio en obra, a realizar por el Contratista para su aprobación por la Dirección de Obra, deberá incluir una relación de documentación de referencia, una lista de verificaciones a realizar y unas hojas de registro de los resultados de las pruebas. Asimismo, en este caso, se deberá detallar las necesidades de disponibilidad o limitación de otras obras, ajenas a corrientes débiles, que el Contratista considera necesario para la realización de las pruebas.

Las hojas de registro de los resultados de las pruebas serán firmadas tanto por el responsable del Contratista como por la Dirección de Obra.

Programa de pruebas

El Contratista realizará y someterá a la aprobación de la Dirección de Obra, un programa que incluya las pruebas a realizar para cada equipo, incluyendo las fechas previstas para la realización de las pruebas y las personas participantes y responsables.



Este programa de pruebas se deberá actualizar de forma homogénea con el desarrollo global de las obras.

El Contratista deberá presentar igualmente para su aprobación por la Dirección de Obra, la documentación aplicable a la realización de las pruebas, con la antelación definida en el Plan de Calidad.

10.2.3 Documentación a presentar al finalizar la obra

Tras la finalización de la obra, y como condición necesaria para proceder a la recepción de la instalación, el Contratista deberá hacer entrega de la siguiente documentación:

- Proyecto ‘según lo construido’ de todas las instalaciones, en papel y soporte informático, con descripción detallada de las características técnicas de todos los elementos que integran el sistema.
- Protocolos de Prueba firmados.
- Manuales de operación.
- Manuales de mantenimiento.
- Actualización de la documentación existente (diagramas de conectorización, asignación de servicios, etc.).
- Documentación de detalle de la instalación realizada incluyendo reportaje fotográfico, y especificaciones de todo el material utilizado.

Toda esta documentación será entregada como muy tarde un mes después de la puesta en servicio de la instalación, estando este aspecto incluido en el Contrato de suministro y



siendo susceptible de la correspondiente penalización por retardo o por ser la documentación incompleta.



11. PLAZO DE EJECUCIÓN

Se establece un plazo máximo para realizar los trabajos descritos en el presente Pliego de SEIS (6) meses, incluyendo los trabajos previos de replanteo, así como los de ejecución, pruebas finales, y entrega de documentación As-Built.

Se considerará que la mayor parte del trabajo se efectuará en horario nocturno, al tratarse de una zona que actualmente se encuentra en explotación.

Todos los trabajos con afección al servicio se realizarán en horario nocturno sin alterar la normal explotación de Metro Bilbao, por lo que cualquier afección se deberá acordar previamente con la Dirección de Obra.

Para la realización de los trabajos de forma coordinada se requerirá la comunicación y obtención del correspondiente permiso de la Comisión de Intervalos, debiendo realizarse los trabajos afectando lo mínimo posible a la normal explotación del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao.

Debido a la criticidad de las actuaciones previstas, se deberá analizar la metodología de trabajo para la identificación de las situaciones críticas y la elaboración del plan de contingencias correspondiente, con el fin de acotar al máximo la afección al servicio. Del mismo modo, se deberán contemplar todas las jornadas de trabajo nocturno necesarias para ejecutar las tareas que puedan conllevar afecciones al servicio.



12. GARANTÍA

La empresa adjudicataria ofrecerá un periodo de garantía de DOS (2) años sobre los productos instalados en el marco del presente concurso. El periodo de garantía empezará a contar a partir de la puesta en servicio de la instalación con la firma del acta de recepción. Durante el mismo, y sin que le sean exigibles por ningún concepto otras o mayores indemnizaciones o responsabilidades, la empresa adjudicataria se comprometerá a:

- Reparar o reponer por su cuenta los equipos dañados, en el plazo más breve posible, y/o a la reparación de la instalación (mano de obra incluida).
- La garantía comprenderá todas las anomalías, irregularidades, averías o fallos de configuración y funcionamiento del material que impida su correcto funcionamiento, así como las reformas necesarias.
- No comprenderá la presente garantía las averías que no sean debida a defectos de la instalación de los equipos y aquellas cuya causa se deba al mal uso del sistema o a su uso inadecuado, relación de obras, golpes, inundación, incendio, daño en la propiedad o bienes de Metro Bilbao, accidentes, robo o hurto acaecido en la obra, sustracción, incorrecta aplicación de las instrucciones facilitadas por la empresa adjudicataria sobre el uso de los equipos, desperfectos que se producen en los equipos o en la instalación por requerir los mismos –en razón de condiciones ambientales o meteorológicas- un mantenimiento específico, así como la manipulación de aparatos por personal ajeno a la empresa adjudicataria.
- Quedaran excluidos de la indicada garantía aquellos elementos consumibles susceptibles de agotamiento o descarga, o de un uso sufrido o sobre el que no se



puede ejercer un control riguroso. No obstante, para estos elementos se establecerá una garantía de 2 años por defectos materiales de fabricación.

- Será responsabilidad de la empresa adjudicataria realizar la formación acordada y traspasar toda la documentación comprometida en un plazo no superior a 7 días de meter en producción los equipos.
- Si la puesta en servicio fuera en varias fases, esta política afectará a cada fase de forma igual e independiente



13. UNIDADES DE OBRA

Se describen en este capítulo las mediciones de las diferentes actuaciones:

Nº	Ud	CONCEPTO	Medición
1		GURUTZETA	
1.1	PA	Partida alzada para la construcción de un sistema de puesta a tierra compuesto de seis picas. Comprende la apertura de la zanja de 0,30 a 0,50 m. de profundidad, de la forma y longitud necesaria, clavado de las picas, conexión de éstas al cable de Cu 70 mm ² mediante soldadura aluminotérmica o sistema de unión equivalente, colocación de la arqueta para la pica principal, medición del valor en Ohmios de la resistencia de paso a tierra hasta conseguir una resistencia a tierra no superior a la primera pica. Incluye desplazamientos, maquinaria, herramientas y medios auxiliares.	1,00
1.2	m	Suministro y montaje de cable conductor de tierra: cable de cobre desnudo de 70 mm ² de sección + conducto de tubo de PVC libre de halógenos de 25 mm, según especificaciones técnicas. Incluida instalación de tubo de PVC libre de halógenos por donde irá tendido, así como p.p. de accesorios y terminales. Totalmente instalado y conexionado.	2.350,00
1.3	m	Suministro y montaje de cable de conexión de puesta a tierra: cable de cobre H07Z1-K libre de halógenos, de 1x6 mm ² de sección + conducto de tubo de PVC libre de halógenos de sección acorde, para unión de la carcasa de cada equipo con cable de tierra, según especificaciones técnicas. Incluida las cajas de derivación necesarias para su conexión al cable conductor de tierra, así como p.p. de accesorios y terminales. Totalmente instalado y conexionado	550,00
1.4	ud	Pruebas y mediciones de resistencia a tierra de la instalación, una vez terminada.	1,00
2		BARAKALDO	



2.1	PA	Partida alzada para la construcción de un sistema de puesta a tierra compuesto de seis picas. Comprende la apertura de la zanja de 0,30 a 0,50 m. de profundidad, de la forma y longitud necesaria, clavado de las picas, conexión de éstas al cable de Cu 70 mm ² mediante soldadura aluminotérmica o sistema de unión equivalente, colocación de la arqueta para la pica principal, medición del valor en Ohmios de la resistencia de paso a tierra hasta conseguir una resistencia a tierra no superior a la primera pica. Incluye desplazamientos, maquinaria, herramientas y medios auxiliares.	1,00
2.2	m	Suministro y montaje de cable conductor de tierra: cable de cobre desnudo de 70 mm ² de sección + conducto de tubo de PVC libre de halógenos de 25 mm, según especificaciones técnicas. Incluida instalación de tubo de PVC libre de halógenos por donde irá tendido, así como p.p. de accesorios y terminales. Totalmente instalado y conexionado.	1.150,00
2.3	m	Suministro y montaje de cable de conexión de puesta a tierra: cable de cobre H07Z1-K libre de halógenos, de 1x6 mm ² de sección + conducto de tubo de PVC libre de halógenos de sección acorde, para unión de la carcasa de cada equipo con cable de tierra, según especificaciones técnicas. Incluida las cajas de derivación necesarias para su conexión al cable conductor de tierra, así como p.p. de accesorios y terminales. Totalmente instalado y conexionado	450,00
2.4	ud	Pruebas y medición de red equipotencial una vez instalada.	1,00
3		URBINAGA	



3.1	PA	Partida alzada para la construcción de un sistema de puesta a tierra compuesto de seis picas. Comprende la apertura de la zanja de 0,30 a 0,50 m. de profundidad, de la forma y longitud necesaria, clavado de las picas, conexión de éstas al cable de Cu 70 mm ² mediante soldadura aluminotérmica o sistema de unión equivalente, colocación de la arqueta para la pica principal, medición del valor en Ohmios de la resistencia de paso a tierra hasta conseguir una resistencia a tierra no superior a la primera pica. Incluye desplazamientos, maquinaria, herramientas y medios auxiliares.	1,00
3.2	m	Suministro y montaje de cable conductor de tierra: cable de cobre desnudo de 70 mm ² de sección + conducto de tubo de PVC libre de halógenos de 25 mm, según especificaciones técnicas. Incluida instalación de tubo de PVC libre de halógenos por donde irá tendido, así como p.p. de accesorios y terminales. Totalmente instalado y conexionado.	770,00
3.3	m	Suministro y montaje de cable de conexión de puesta a tierra: cable de cobre H07Z1-K libre de halógenos, de 1x6 mm ² de sección + conducto de tubo de PVC libre de halógenos de sección acorde, para unión de la carcasa de cada equipo con cable de tierra, según especificaciones técnicas. Incluida las cajas de derivación necesarias para su conexión al cable conductor de tierra, así como p.p. de accesorios y terminales. Totalmente instalado y conexionado	250,00
3.4	ud	Pruebas y medición de red equipotencial una vez instalada.	1,00
4		VARIOS	
4.1	PA	Partida Alzada a justificar para la ejecución de pequeñas instalaciones eléctricas y/o trabajos de albañilería, según conformidad de la D.O.	1,00



14. PRESUPUESTO

El presupuesto para la obra de *Optimización de Puesta a Tierra de los Elementos del Sistema de Señalización de las Estaciones de Gurutzeta, Barakaldo y Urbinaga del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao*, que tiene carácter de máximo, asciende a la siguiente cantidad (incluido 21% IVA):

TOTAL IVA INCLUIDO	109.196,29 €
---------------------------	---------------------

Las ofertas económicas deberán obligatoriamente presentarse desglosadas y con precios unitarios, de acuerdo con las partidas detalladas en la siguiente tabla del presupuesto detallado.

Las ofertas económicas deben ser completas y de acuerdo con la propuesta técnica validada por el ofertante en su sobre técnico. Es decir, todos los costes indirectos y servicios auxiliares necesarios para desarrollar la solución técnica presentada en el sobre técnico y validado por el ofertante, deben considerarse incluidos dentro de las partidas económicas y cantidades recogidas en el presupuesto detallado del presente pliego.



Nº	Ud	CONCEPTO	Medición	Precio Unitario (€)	Precio Total (€)
1		GURUTZETA			
1.1	PA	Partida alzada para la construcción de un sistema de puesta a tierra compuesto de seis picas. Comprende la apertura de la zanja de 0,30 a 0,50 m. de profundidad, de la forma y longitud necesaria, clavado de las picas, conexión de éstas al cable de Cu 70 mm ² mediante soldadura aluminotérmica o sistema de unión equivalente, colocación de la arqueta para la pica principal, medición del valor en Ohmios de la resistencia de paso a tierra hasta conseguir una resistencia a tierra no superior a la primera pica. Incluye desplazamientos, maquinaria, herramientas y medios auxiliares.	1,00	2.727,79	2.727,79
1.2	m	Suministro y montaje de cable conductor de tierra: cable de cobre desnudo de 70 mm ² de sección + conducto de tubo de PVC libre de halógenos de 25 mm, según especificaciones técnicas. Incluida instalación de tubo de PVC libre de halógenos por donde irá tendido, así como p.p. de accesorios y terminales. Totalmente instalado y conexionado.	2.350,00	14,67	34.474,50
1.3	m	Suministro y montaje de cable de conexión de puesta a tierra: cable de cobre H07Z1-K libre de halógenos, de 1x6 mm ² de sección + conducto de tubo de PVC libre de halógenos de sección acorde, para unión de la carcasa de cada equipo con cable de tierra, según especificaciones técnicas. Incluida las cajas de derivación necesarias para su conexión al cable conductor de tierra, así como p.p. de accesorios y terminales. Totalmente instalado y conexionado	550,00	11,20	6.160,00
1.4	ud	Pruebas y mediciones de resistencia a tierra de la instalación, una vez terminada.	1,00	640,20	640,20



2		BARAKALDO			
2.1	PA	Partida alzada para la construcción de un sistema de puesta a tierra compuesto de seis picas. Comprende la apertura de la zanja de 0,30 a 0,50 m. de profundidad, de la forma y longitud necesaria, clavado de las picas, conexión de éstas al cable de Cu 70 mm ² mediante soldadura aluminotérmica o sistema de unión equivalente, colocación de la arqueta para la pica principal, medición del valor en Ohmios de la resistencia de paso a tierra hasta conseguir una resistencia a tierra no superior a la primera pica. Incluye desplazamientos, maquinaria, herramientas y medios auxiliares.	1,00	2.727,79	2.727,79
2.2	m	Suministro y montaje de cable conductor de tierra: cable de cobre desnudo de 70 mm ² de sección + conducto de tubo de PVC libre de halógenos de 25 mm, según especificaciones técnicas. Incluida instalación de tubo de PVC libre de halógenos por donde irá tendido, así como p.p. de accesorios y terminales. Totalmente instalado y conexionado.	1.150,00	14,67	16.870,50
2.3	m	Suministro y montaje de cable de conexión de puesta a tierra: cable de cobre H07Z1-K libre de halógenos, de 1x6 mm ² de sección + conducto de tubo de PVC libre de halógenos de sección acorde, para unión de la carcasa de cada equipo con cable de tierra, según especificaciones técnicas. Incluida las cajas de derivación necesarias para su conexión al cable conductor de tierra, así como p.p. de accesorios y terminales. Totalmente instalado y conexionado	450,00	11,20	5.040,00
2.4	ud	Pruebas y medición de red equipotencial una vez instalada.	1,00	640,20	640,20
3		URBINAGA			



3.1	PA	Partida alzada para la construcción de un sistema de puesta a tierra compuesto de seis picas. Comprende la apertura de la zanja de 0,30 a 0,50 m. de profundidad, de la forma y longitud necesaria, clavado de las picas, conexión de éstas al cable de Cu 70 mm ² mediante soldadura aluminotérmica o sistema de unión equivalente, colocación de la arqueta para la pica principal, medición del valor en Ohmios de la resistencia de paso a tierra hasta conseguir una resistencia a tierra no superior a la primera pica. Incluye desplazamientos, maquinaria, herramientas y medios auxiliares.	1,00	2.727,79	2.727,79
3.2	m	Suministro y montaje de cable conductor de tierra: cable de cobre desnudo de 70 mm ² de sección + conducto de tubo de PVC libre de halógenos de 25 mm, según especificaciones técnicas. Incluida instalación de tubo de PVC libre de halógenos por donde irá tendido, así como p.p. de accesorios y terminales. Totalmente instalado y conexionado.	770,00	14,67	11.295,90
3.3	m	Suministro y montaje de cable de conexión de puesta a tierra: cable de cobre H07Z1-K libre de halógenos, de 1x6 mm ² de sección + conducto de tubo de PVC libre de halógenos de sección acorde, para unión de la carcasa de cada equipo con cable de tierra, según especificaciones técnicas. Incluida las cajas de derivación necesarias para su conexión al cable conductor de tierra, así como p.p. de accesorios y terminales. Totalmente instalado y conexionado	250,00	11,20	2.800,00
3.4	ud	Pruebas y medición de red equipotencial una vez instalada.	1,00	640,20	640,20
4		VARIOS			
4.1	PA	Partida Alzada a justificar para la ejecución de pequeñas instalaciones eléctricas y/o trabajos de albañilería, según conformidad de la D.O.	1,00	3.500,00	3.500,00



TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA			90.244,87 €		
IVA (21%)			18.951,42 €		
TOTAL PRESUPUESTO			109.196,29 €		

Las partidas marcadas como alzadas (PA) en el presupuesto no podrán modificarse ni ser objeto de baja, debiéndose respetar el importe incluido en el presupuesto.

El desglose de los costos de cada partida quedaría de la siguiente manera:

Nº	Ud	CONCEPTO	Precio Unitario
1		GURUTZETA	
1.1	PA	Partida alzada para la construcción de un sistema de puesta a tierra compuesto de seis picas. Comprende la apertura de la zanja de 0,30 a 0,50 m. de profundidad, de la forma y longitud necesaria, clavado de las picas, conexión de éstas al cable de Cu 70 mm ² mediante soldadura aluminotérmica o sistema de unión equivalente, colocación de la arqueta para la pica principal, medición del valor en Ohmios de la resistencia de paso a tierra hasta conseguir una resistencia a tierra no superior a la primera pica. Incluye desplazamientos, maquinaria, herramientas y medios auxiliares.	2.727,79
Total Costos Materiales 52%			1.418,45
Total Costos Mano de Obra 25%			681,95
Total Costos Otros			627,39
1.2	m	Suministro y montaje de cable conductor de tierra: cable de cobre desnudo de 70 mm ² de sección + conducto de tubo de PVC libre de halógenos de 25 mm, según especificaciones técnicas. Incluida instalación de tubo de PVC libre de halógenos por donde irá tendido, así como p.p. de accesorios y terminales. Totalmente instalado y conexionado.	34.474,50
Total Costos Materiales 52%			17.926,74
Total Costos Mano de Obra 25%			8.618,63
Total Costos Otros			7.929,14



1.3	m	Suministro y montaje de cable de conexión de puesta a tierra: cable de cobre H07Z1-K libre de halógenos, de 1x6 mm ² de sección + conducto de tubo de PVC libre de halógenos de sección acorde, para unión de la carcasa de cada equipo con cable de tierra, según especificaciones técnicas. Incluida las cajas de derivación necesarias para su conexión al cable conductor de tierra, así como p.p. de accesorios y terminales. Totalmente instalado y conexionado	6.160,00
Total Costos Materiales 52%			3.203,20
Total Costos Mano de Obra 25%			1.540,00
Total Costos Otros			1.416,80
1.4	ud	Pruebas y medición de red equipotencial una vez instalada.	640,20
Total Costos Materiales 52%			332,90
Total Costos Mano de Obra 25%			160,05
Total Costos Otros			147,25
2		BARAKALDO	
2.1	PA	Partida alzada para la construcción de un sistema de puesta a tierra compuesto de seis picas. Comprende la apertura de la zanja de 0,30 a 0,50 m. de profundidad, de la forma y longitud necesaria, clavado de las picas, conexión de éstas al cable de Cu 70 mm ² mediante soldadura aluminotérmica o sistema de unión equivalente, colocación de la arqueta para la pica principal, medición del valor en Ohmios de la resistencia de paso a tierra hasta conseguir una resistencia a tierra no superior a la primera pica. Incluye desplazamientos, maquinaria, herramientas y medios auxiliares.	2.727,79
Total Costos Materiales 52%			1.418,45
Total Costos Mano de Obra 25%			681,95
Total Costos Otros			627,39
2.2	m	Suministro y montaje de cable conductor de tierra: cable de cobre desnudo de 70 mm ² de sección + conducto de tubo de PVC libre de halógenos de 25 mm, según especificaciones técnicas. Incluida instalación de tubo de PVC libre de halógenos por donde irá tendido, así como p.p. de accesorios y terminales. Totalmente instalado y conexionado.	16.870,50
Total Costos Materiales 52%			8.772,66



Total Costos Mano de Obra 25%			4.217,63
Total Costos Otros			3.880,22
2.3	m	Suministro y montaje de cable de conexión de puesta a tierra: cable de cobre H07Z1-K libre de halógenos, de 1x6 mm ² de sección + conducto de tubo de PVC libre de halógenos de sección acorde, para unión de la carcasa de cada equipo con cable de tierra, según especificaciones técnicas. Incluida las cajas de derivación necesarias para su conexión al cable conductor de tierra, así como p.p. de accesorios y terminales. Totalmente instalado y conexonado	5.040,00
Total Costos Materiales 52%			2.620,80
Total Costos Mano de Obra 25%			1.260,00
Total Costos Otros			1.159,20
2.4	ud	Pruebas y medición de red equipotencial una vez instalada.	640,20
Total Costos Materiales 52%			332,90
Total Costos Mano de Obra 25%			160,05
Total Costos Otros			147,25
3		URBINAGA	
3.1	PA	Partida alzada para la construcción de un sistema de puesta a tierra compuesto de seis picas. Comprende la apertura de la zanja de 0,30 a 0,50 m. de profundidad, de la forma y longitud necesaria, clavado de las picas, conexión de éstas al cable de Cu 70 mm ² mediante soldadura aluminotérmica o sistema de unión equivalente, colocación de la arqueta para la pica principal, medición del valor en Ohmios de la resistencia de paso a tierra hasta conseguir una resistencia a tierra no superior a la primera pica. Incluye desplazamientos, maquinaria, herramientas y medios auxiliares.	2.727,79
Total Costos Materiales 52%			1.418,45
Total Costos Mano de Obra 25%			681,95
Total Costos Otros			627,39



3.2	m	Suministro y montaje de cable conductor de tierra: cable de cobre desnudo de 70 mm ² de sección + conducto de tubo de PVC libre de halógenos de 25 mm, según especificaciones técnicas. Incluida instalación de tubo de PVC libre de halógenos por donde irá tendido, así como p.p. de accesorios y terminales. Totalmente instalado y conexionado.	11.295,90
Total Costos Materiales 52%			5.873,87
Total Costos Mano de Obra 25%			2.823,98
Total Costos Otros			2.598,06
3.3	m	Suministro y montaje de cable de conexión de puesta a tierra: cable de cobre H07Z1-K libre de halógenos, de 1x6 mm ² de sección + conducto de tubo de PVC libre de halógenos de sección acorde, para unión de la carcasa de cada equipo con cable de tierra, según especificaciones técnicas. Incluida las cajas de derivación necesarias para su conexión al cable conductor de tierra, así como p.p. de accesorios y terminales. Totalmente instalado y conexionado	2.800,00
Total Costos Materiales 52%			1.456,00
Total Costos Mano de Obra 25%			700,00
Total Costos Otros			644,00
3.4	ud	Pruebas y medición de red equipotencial una vez instalada.	640,20
Total Costos Materiales 52%			332,90
Total Costos Mano de Obra 25%			160,05
Total Costos Otros			147,25
4		VARIOS	
4.1	PA	Partida Alzada a justificar para la ejecución de pequeñas instalaciones eléctricas y/o trabajos de albañilería, según conformidad de la D.O.	3.500,00
Total Costos Materiales 52%			1.820,00
Total Costos Mano de Obra 25%			875,00
Total Costos Otros			805,00
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA			90.244,87
Total Costos Materiales 52%			46.927,33



Total Costos Mano de Obra 25%	22.561,22
Total Costos Indirectos 4%	3.609,79
Total Gastos Generales 13%	11.731,83
Total Beneficio Industrial 6%	5.414,69
IVA (21%)	18.951,42
TOTAL PRESUPUESTO	109.196,29

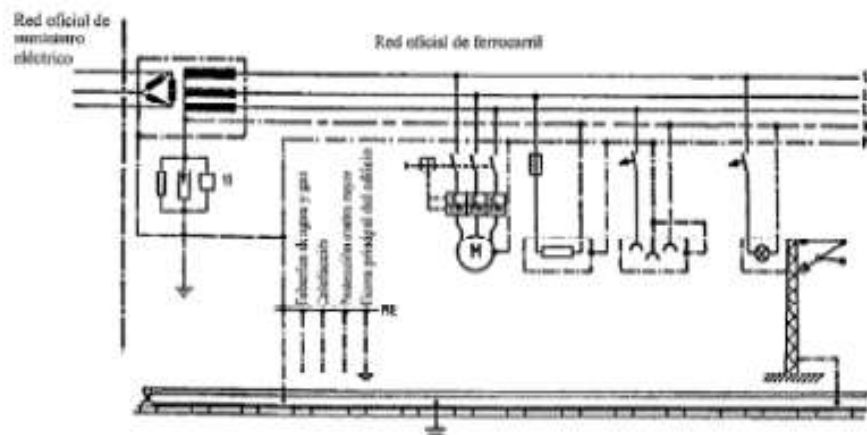


15. ANEXO I. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN "IT"



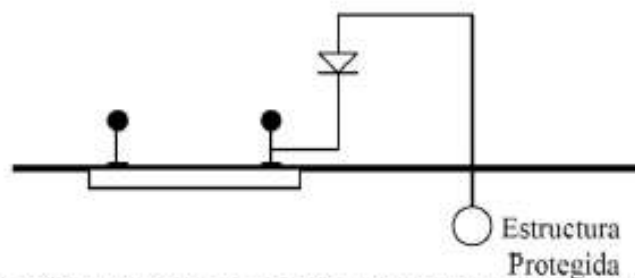
ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN “IT” PARA CONEXIÓN DEL NEUTRO Y DE LAS MASAS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

6.2.4.2.3 Suministro de potencia desde sistema IT. Para ciertos casos en los que la continuidad del suministro es esencial por razones críticas de seguridad, entonces debe proporcionarse un sistema IT. Un ejemplo se muestra en la figura 26.



1) Supervisión del aislamiento
ME = Barra conductora principal equipotencial

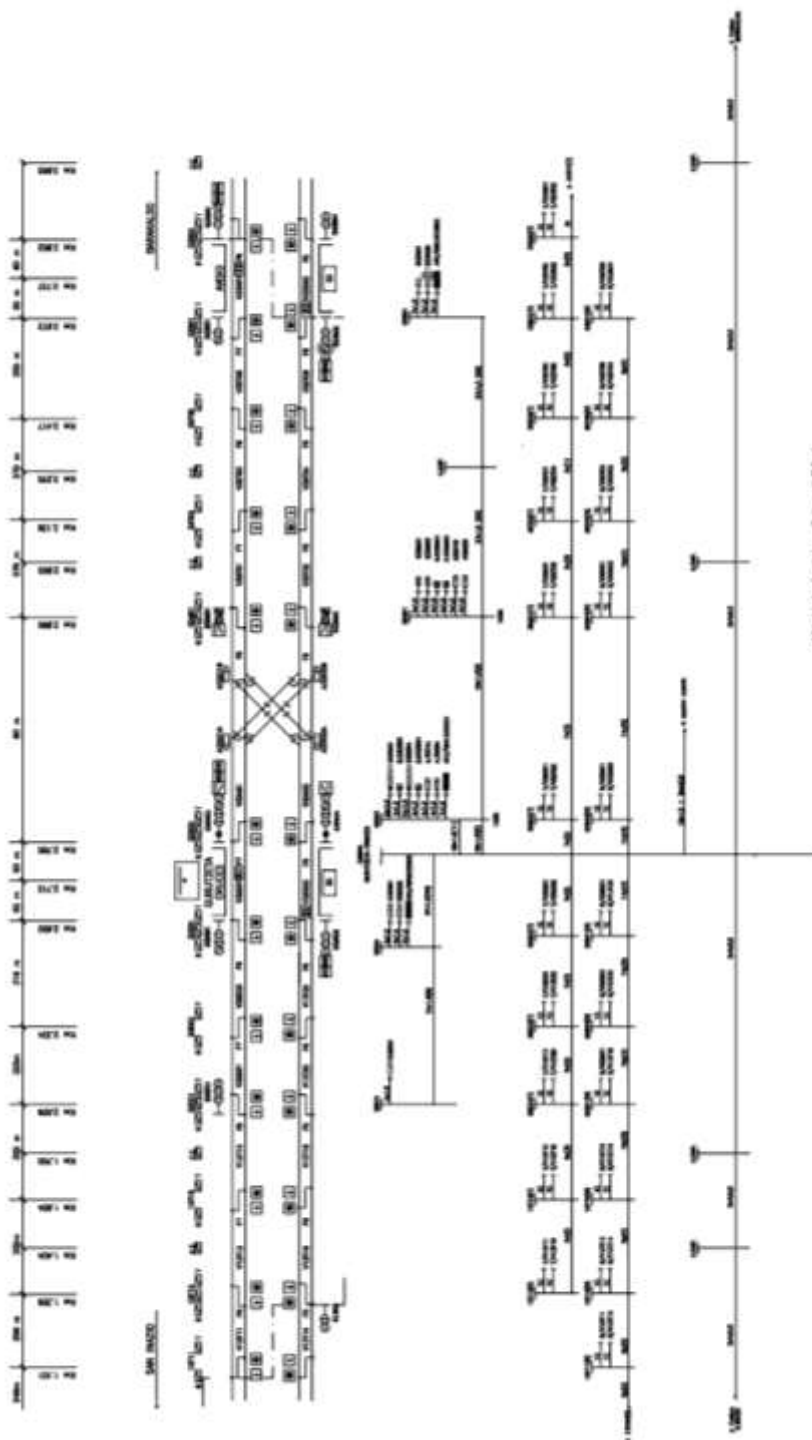
Fig. 26 – Ejemplo de medidas de protección de partes conductoras accesibles para sistemas de tracción de c.a., alimentados por un Sistema IT, en el cual el PE está conectado con el punto estrella del transformador (véase 6.2.4.2.3)

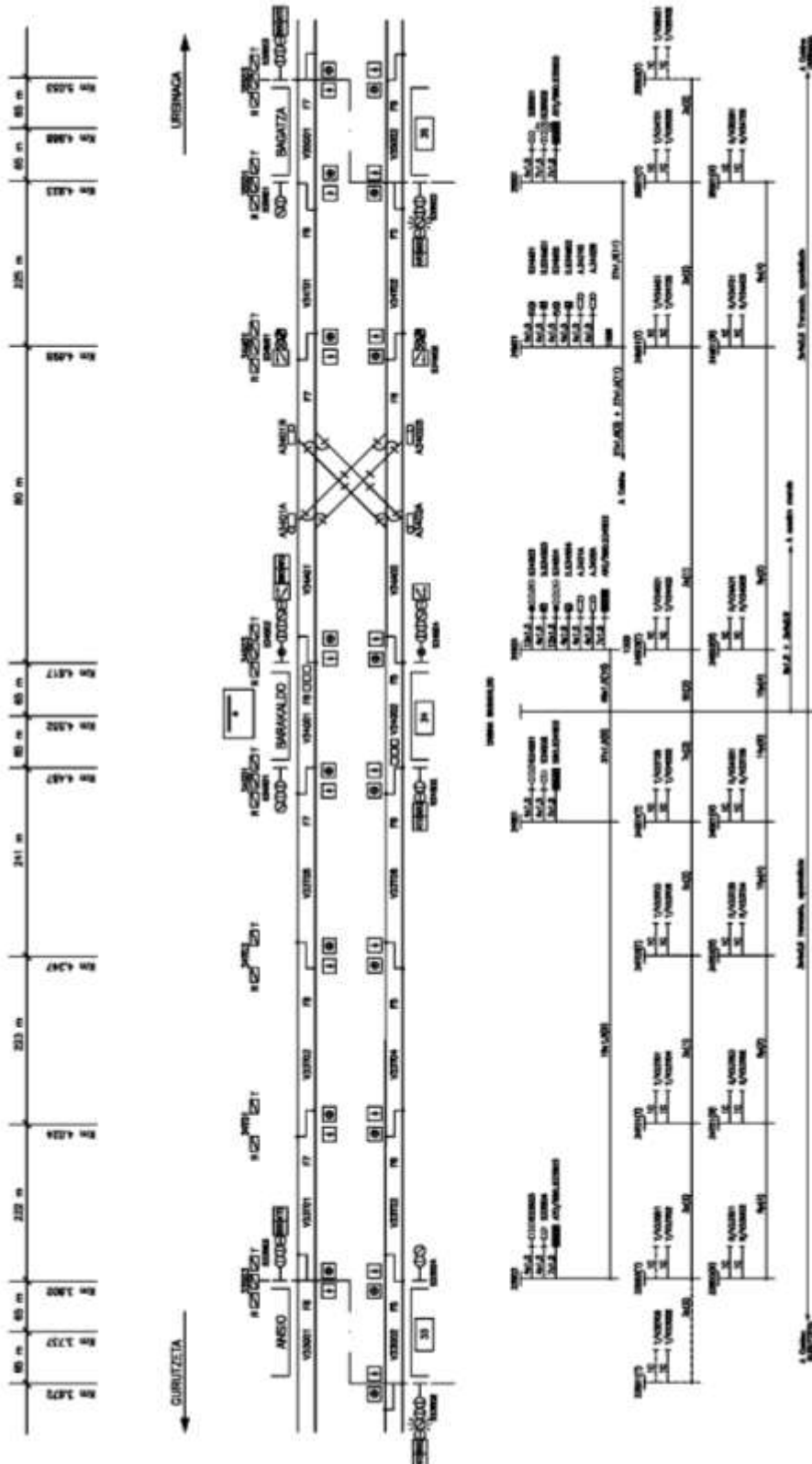


EJEMPLOS DE MÉTODO DE PROTECCIÓN APLICADO A ESTRUCTURAS METÁLICAS
B.2 Drenaje Eléctrico Polarizado (EN50122-2)



16. **ANEXO II. PLANO DE VÍAS Y CABLES DE GURUTZETA, BARAKALDO Y URBINAGA**





1. Kész. 1/2022. évi 1. félévben a megvalósítás, azaz a 10. év.

