



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE ALIMENTACIÓN A 36 VIVIENDAS

Alumno: Marcos García Blanco

NIA: 100063224

Tutor: Esteban Domínguez



Objetivos

El presente proyecto consistirá en la explicación y cálculos necesarios para la instalación de un centro de transformación de alimentación a 36 viviendas con garaje. Se recorrerán todas las partes de la instalación desde la entrada al centro de transformación hasta el interior de las viviendas.

El proyecto estará dividido en dos tomos y un apéndice. En el primer tomo, se describirán todos los elementos del centro de transformación y cálculos necesarios para la instalación del mismo. El segundo tomo se centrará en los cálculos necesarios para la instalación eléctrica tanto en las viviendas como en el garaje, estará dividido a su vez en dos partes, el tomo II a contendrá la parte de viviendas y el tomo II b contendrá la parte de garaje. Por último, se incluirá un apéndice el cual contendrá tanto resumen como agradecimientos del citado proyecto.



TOMO I



Índice: Tomo I

1	MEMORIA.....	7
1.1	OBJETO, TITULAR Y SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	8
1.2	OBRA QUE COMPRENDE EL PROYECTO Y NÚMERO DE EXPEDIENTE EN LA COMPAÑÍA IBERDROLA.....	8
1.3	REGLAMENTACIÓN Y NORMAS.....	9
1.4	POTENCIAS.....	9
1.5	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS NUEVAS INSTALACIONES.....	10
1.6	MONTAJE ELECTRICO.....	10
1.6.1	CENTROS DE TRANSFORMACION DE COMPAÑIA.....	10
1.6.1.1	Celda de Media Tensión.....	14
1.6.1.2	Celda de Línea.....	14
1.6.1.3	Celdas de Protección.....	15
1.6.1.4	Puentes de Media Tensión.....	15
1.6.1.5	Transformadores.....	16
1.6.1.6	Puente de Baja Tensión.....	16
1.6.1.7	Cuadro de Baja Tensión.....	17
1.6.1.8	Instalaciones Complementarias.....	18
1.6.1.9	Ventilación.....	19
1.6.1.10	Materiales de seguridad.....	20
1.6.2	LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN.....	20
1.6.2.1	Características generales.....	20
1.6.2.2	Cables.....	21
1.6.2.3	Accesorios.....	25
1.6.2.4	Tensión de Suministro.....	25
1.6.3	RED DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSION.....	25
1.6.3.1	Características de la red de distribución en B.T.....	26
1.6.3.2	Trazado.....	26
1.6.3.3	Tensión de suministro.....	27
1.6.3.4	Conductores.....	28
1.6.3.5	Accesorios.....	29
1.6.3.6	Señalización.....	29
1.6.3.7	Puesta a tierra del neutro.....	29
1.7	SISTEMAS CONTRA INCENDIOS.....	30
1.8	SERVIDUMBRES Y AFECTADOS.....	31
1.9	CONCLUSIÓN.....	31
2	CALCULOS JUSTIFICATIVOS.....	32
2.1	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACION.....	33
2.1.1	INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.....	33
2.1.2	INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.....	33
2.1.3	INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.....	34
2.1.4	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.....	35
2.1.5	SELECCIÓN DE FUSIBLES DE ALTA/BAJA TENSIÓN.....	35
2.1.6	DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.....	36
2.1.7	CÁLCULOS DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.....	36
2.1.7.1	PRESCRIPCIONES GENERALES:.....	37



2.1.7.2	PROCEDIMIENTO DE CALCULO:	39
2.1.7.2.1	Limitación de la resistencia de puesta a tierra (R_t) de protección:	39
2.1.7.2.2	Definición de una configuración geométrica del electrodo de puesta a tierra:	39
2.1.7.2.2.1	Investigación de las características del terreno	40
2.1.7.2.2.2	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto	40
2.1.7.2.2.3	Tiempos máximos de eliminación del defecto:	40
2.1.7.2.2.4	Cálculo de la resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del CT (R_t) e intensidad de defecto (I_d)	41
2.1.7.2.2.5	Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación	41
2.1.7.2.2.6	Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación	42
2.1.7.2.2.7	Cálculo de que las tensiones de paso y contacto calculadas sean inferiores a los valores máximos admisibles definidos por los valores de VP y VC	42
2.1.7.2.2.8	Investigación de las tensiones transferibles al exterior	43
2.1.7.2.2.9	Resistencia de la puesta a tierra de servicio	44
2.1.7.2.2.10	Corrección y ajuste del diseño	44
2.2	CÁLCULO ELÉCTRICO DE LA RED DE MEDIA TENSION	45
2.3	CALCULO ELECTRICO DE LA RED SUBTERRANEA DE BAJA TENSION	47
2.3.1	DETERMINACIÓN DE LA SECCION	47
2.3.2	SOBREINTENSIDAD	49
3	PLIEGO DE CONDICIONES	51
3.1	INTRODUCCIÓN	52
3.2	DISPOSICIONES QUE SE DEBEN CUMPLIR	52
3.3	DEFINICIONES	53
3.3.1	Material aceptado (elemento tipificado)	53
3.3.2	Material especificado	53
3.3.3	Unidades compatibles	53
3.3.4	Obra vista	53
3.3.5	Obra oculta	53
3.3.6	Criterios de aceptación	53
3.3.7	Documento para la recepción	53
3.4	ORDENACIÓN DE LOS TRABAJOS DE EJECUCIÓN	54
3.5	MATERIALES	54
3.5.1	CALIDAD	54
3.5.2	CARACTERÍSTICAS GENERALES	55
3.5.3	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LOS MATERIALES DE LA RED DE ALTA TENSION. CABLES AISLADOS DE MEDIA TENSION	56
3.5.4	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LOS MATERIALES PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	56
3.5.5	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LOS MATERIALES PARA REDES DE BAJA TENSION	57
3.5.6	NORMAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES	57
3.6	MT-NEDIS	58
3.6.1	EJECUCIÓN DE INSTALACIONES. MONTAJE DE CENTROS DE	



TRANSFORMACIÓN.....	58
3.6.2MT-NEDIS 2.33.25 EJECUCIÓN DE INSTALACIONES. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE ALTA TENSIÓN HASTA 30 KV.....	64
3.6.3MT-NEDIS 2.53.25 EJECUCIÓN DE INSTALACIONES. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN	77
3.6.3.1 EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES:.....	77
3.6.3.2 Unidades de mano de obra (UMO).....	79
3.6.3.3 CALIFICACIÓN DE CONTRATISTA	87
4 ANEXO 1.....	88
5 ANEXO 2.....	90
6 ANEXO 3.....	93
7 PLANOS.....	95
8 MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	96
9 ANEXO A: PLANOS	101



1 MEMORIA



1.1 OBJETO, TITULAR Y SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN

El objeto del presente Proyecto es el estudio de las condiciones técnicas de la Red Subterránea de Baja Tensión necesaria para poder dar suministro eléctrico a un edificio de 36 viviendas situado en la calle **TRAVESIA DE IGNACIO GONZALEZ, 9 de Collado Villalba** (Madrid) que se proyectará de acuerdo con los reglamentos oficiales y normativa de la Compañía Suministradora IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELECTRICA, S.A.U.

El nuevo **Centro de Transformación de Compañía** con potencia instalada de **1x400 KVA's** se situará en la parcela reservada para tal fin, según se indica en planos, cedida por el Excelentísimo Ayuntamiento de Collado Villalba.

La **Red Subterránea de Media Tensión** la línea subterránea de M.T. que da lugar a la acometida al Centro de Transformación estará compuesta por un nuevo tramo de canalización entubada que discurrirá por terreno de dominio público en la calle Ignacio González. La nueva red realizará entrada-salida con la red existente al nuevo centro de transformación, según se observa en el plano 2 de este tomo.

La **Red Subterránea de Baja Tensión** estará compuesta de 3 nuevas acometidas que salen del nuevo centro de transformación, tal y como se indica en los planos.

Por otro lado, el presente proyecto servirá de base para la tramitación oficial de las obras, en cuanto a la Autorización Administrativa y Aprobación del Proyecto de Ejecución, sabiendo que su diseño se ha realizado de acuerdo con el **Proyecto Tipo de Centro de Transformación Prefabricado Subterráneo MT-NEDIS 2.11.02**, el **Proyecto Tipo de Línea Subterránea de AT hasta 30 KV MT-NEDIS 2.31.01** y el **Proyecto Tipo de Línea Subterránea de Baja Tensión MT-NEDIS 2.35.01** de Iberdrola.

Este proyecto ha sido realizado por Marcos García Blanco durante la realización de las prácticas académicas externas en una empresa de Instalación Eléctrica. Habiendo estado encargado de la realización y redacción del proyecto íntegro.

1.2 OBRA QUE COMPRENDE EL PROYECTO Y NÚMERO DE EXPEDIENTE EN LA COMPAÑÍA IBERDROLA

Este proyecto comprende la realización de las obras que se indican a continuación, siguiendo las indicaciones dadas en los expedientes nº **9019898420** de IBERDROLA:

- Instalación de un nuevo Centro de Transformación de Compañía Subterráneo Prefabricados tipo MiniSub-H con un transformador de 1x400 KVA y de relación de transformación 15-20 kV / 420 V.
- Instalación de Red Subterránea de Media Tensión 12/20 KV HEPRZ1 de 240 mm² Al.
- Instalación de Red Subterránea de Baja Tensión: 2 nuevas acometidas de 3(1x240)+(1x150) mm² RV 0,6/1 kV.



1.3 REGLAMENTACIÓN Y NORMAS

En la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta todas y cada una de las Especificaciones, Normas y Reglamentaciones siguientes:

- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre sobre Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimiento de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas por Orden 6 de Julio 1984.
- Reglamento de Líneas Aéreas Eléctricas de Alta Tensión, aprobado por Decreto 3.151/1.9668 de 28-11-68 BOE del 27/12/68.
- Reglamento de Líneas Aéreas Eléctricas de Alta Tensión, aprobado por Decreto 223/2008 de 15/02/08 BOE el 19/3/08.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, RD 842/2002 de 2 de Agosto.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre (B.O.E. nº 269, de 10 de noviembre) de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre. Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Normas Particulares de la Cía. Suministradora. (IBERDROLA)
- Normas UNE de Obligado Cumplimiento

Además se aplicarán los Proyectos Tipo UNESA correspondiente a cada tipo de instalación, así como la normativa IBERDROLA y en particular los Proyectos Tipo MT-NEDIS 2.11.02, MT-NEDIS 2.31.01 y MT-NEDIS 2.35.01 contenido en las Normas Particulares de la empresa IBERDROLA para las instalaciones de extensión de Alta y Baja Tensión MT-NEDIS 2.03.20.

1.4 POTENCIAS

La nueva previsión total de cargas para el nuevo edificio de 36 viviendas distribuidas en 2 portales, sin tener en cuenta el coeficiente de simultaneidad, es de 417.210 kW (338.08 kW con coeficiente de simultaneidad) según se resume en el cuadro siguiente:

PORTAL	Nº VIV	POT VIVIENDAS	MANCOMUNIDAD	FINCA	GARAJE	POT. TOTAL (kW) (SIN SIMULTANEIDAD)	POT TOTAL (KW) (CON SIMULTANEIDAD)
1	18	9,2	0	23	23	211,6	172,04
2	18	9,2	17	23	0	205,6	166,04
TOTAL			17kW	46kW	23 kW	417,2 kW	338,08 kW

Tabla 1. Previsión total de cargas



NOTA: Para el cálculo correspondiente a la carga prevista en las viviendas se ha utilizado ITC-BT-010, que para viviendas se hará multiplicando la media aritmética de las potencias máximas previstas en cada vivienda, por el coeficiente de simultaneidad indicado en la tabla 1, según el número de viviendas, en nuestro caso al ser 18 viviendas, será 13,8 y para garajes se calculará considerando un mínimo de 10 W por metro cuadrado y planta para garajes de ventilación natural y 20W para los de ventilación forzada y coeficiente de simultaneidad 1.

1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS NUEVAS INSTALACIONES

Se trata la instalación un nuevo Centro de Transformación de Compañía con potencia instalada de 1x400KVA's Subterráneo Prefabricado *tipo MiniSub-H* que admitirá una potencia de máxima de 630 KVA. Se situará en la parcela reservada para tal fin, según se indica en planos, con acceso directo desde la vía pública y serán alimentados mediante una nuevo Línea (L1) de Red Subterránea de Media Tensión que se conectarán con la red existente de la Cía. Suministradora. La Red Subterránea de baja Tensión, dará el suministro eléctrico en baja tensión, que es el objetivo final de la instalación.

1.6 MONTAJE ELECTRICICO

El esquema eléctrico será el que figura en los planos correspondientes que se acompañan.

1.6.1 CENTROS DE TRANSFORMACION DE COMPAÑIA

Los **elementos constitutivos** de cada uno de los CT's serán:

-Envolvente prefabricada subterránea.

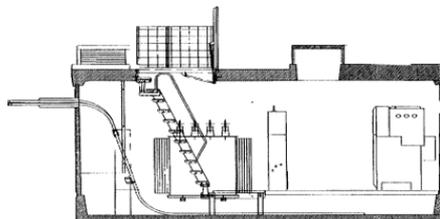


Foto 1. Dibujo de envolvente prefabricada subterránea de un CT.

-Celdas de Alta Tensión.



Foto 2. Celdas de AT en CT.

-Transformador de MT/BT.



Foto 3. Transformador.

-Cuadros Modulares de BT.



Foto 4. Cuadros de BT.

-Fusibles Limitadores de AT.



Foto 5. Fusible limitadores

-Interconexión celda-trafo.



Foto 6. Interconexión celda -trafo

-Interconexión trafo-cuadro BT.

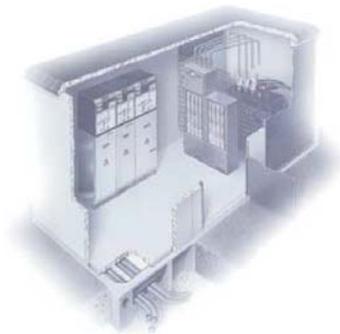


Foto 7. Interconexión trafo-cuadro BT

-Instalación de puesta a tierra.



Foto 8. Instalación malla PAT

-Señalización y material de seguridad.

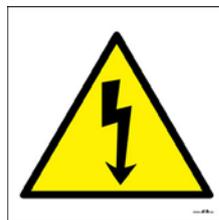


Foto 9. Señalización interior CT

-Esquemas eléctricos.

-Planos generales.

Envolvente prefabricada subterránea

Edificio de transformación: **miniSUB-H**

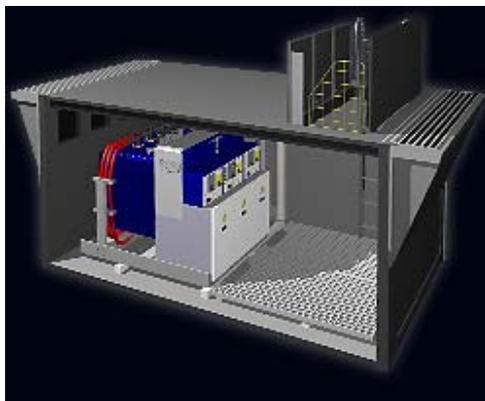


Foto 10. Centro de transformación tipo miniSUB-H

Se trata de un Centro de Transformación compacto, diseñado para su instalación subterránea, que tiene capacidad para albergar la aparata de Media Tensión, el cuadro de Baja Tensión, el transformador, y los elementos de interconexión y accesorios necesarios.

Las maniobras de las celdas, así como los cambios de fusibles, tanto de Media Tensión como de Baja Tensión, se realizan desde un espacio habilitado en el mismo, al que se accede por medio de una escalera, tras abrir la puerta de peatón dispuesta al efecto.

Debido a su carácter "monobloque", puede ser dotado de todos los elementos necesarios en fábrica, reduciendo las operaciones de instalación "in situ" a la ubicación en su posición final y el conexionado a las redes exteriores.

Características detalladas:

Nº de transformadores:	1
Puertas de acceso peatón:	1 puerta

Dimensiones exteriores

Longitud:	4500 mm
Fondo:	2460 mm
Altura:	2470 mm
Altura vista:	0 mm
Peso:	16500 kg

Dimensiones interiores

Longitud:	3200 mm
Fondo:	2000 mm
Altura:	1740 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud:	5000 mm
Fondo:	3500 mm
Profundidad:	2470 mm

1.6.1.1 Celda de Media Tensión

Las celdas de M.T. a instalar en los C.T. serán de tipo modular prefabricado bajo envolvente metálico y con dieléctrico SF₆ que cumplen con lo indicado por la RU-6407 A.

Se pueden distinguir los siguientes tipos de celdas:

- De línea.
- De protección.



Foto 11. Celda MT

1.6.1.2 Celda de Línea

Las celdas de líneas, utilizadas para la maniobra de los cables que alimentan el centro de transformación están provistas de interruptor-seccionador y seccionadoras de puesta a tierra, con alojamiento para las cabezas terminales de los cables, y embarrado de unión entre ellas y con las celdas de protección del trafo.



Foto 12. Celda de línea

1.6.1.3 Celdas de Protección

Estas celdas sirven para la protección de los transformadores y corte de servicio de los mismos, consta de un interruptor-seccionador automático tripolar de 400 A para 24 kV equipado con fusibles de alto poder de ruptura, bobina de disparo a emisión por temperatura del trafo, seccionador de puesta a tierra, y alojamiento para las cabezas terminales de los puentes de unión de los interruptores-seccionadores automáticos con los transformadores.

Cada uno de estos elementos de maniobra estará aislado por piezas moldeadas de araldita, y todo el conjunto se encontrará en el interior de una envuelta metálica común, de manera que ninguna parte en tensión sea accesible.

Todas las maniobras de explotación se realizarán desde el exterior de las celdas a través de palancas de accionamiento de los aparatos.

Dispondrán, asimismo, de una serie de enclavamientos y controles visuales de presencia de tensión y posición de los aparatos, que haga imposible la ejecución de falsas maniobras.



Foto 13. Celda de protección

1.6.1.4 Puentes de Media Tensión

El puente de unión del interruptor con el transformador estará formado por un cable de 3(1x50) Al 12/20 kV, efectuando las conexiones por medio de terminales adecuados.



Foto 14. Puentes de MT

NOTA: La designación del cableado 3(1x50), quiere decir que consistirá en un cable formado a su vez por tres cables unipolares de sección 50mm².

1.6.1.5 Transformadores

Los centros de transformación al que nos referimos estarán preparados para la instalación en él de transformadores de hasta 630 KVA instalando en ellos los transformadores de las siguientes características:

Potencia	400 KVA
Tensión primaria	20 kV
Tensión secundaria	420/242 V
Tensión de cortocircuito	4%
Refrigeración	Natural en baño de aceite con depósito de expansión
Clase	B ₂
Regulación	± 2'5, 5, 7'5 y 10

Tabla 2. Datos del transformador

El resto de características se ajustarán a lo indicado en la RU-5201.

Para la interconexión entre el secundario del transformador de potencia y el cuadro de baja tensión se utilizarán cables de aislamiento RV 0,6/1kV, unipolares de aluminio de 240 mm², con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de P.V.C.

Se instalarán tres conductores por fase y dos para el neutro.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales bimetálicos tipo TBI-M12/240, especificados en la Norma NI 58.51.73 "Terminales bimetálicos para cables aislados de B.T. en aluminio (punzonado profundo) tipo interior".



Foto 15. Trafo de 400 kVA

1.6.1.6 Puente de Baja Tensión

Para la interconexión entre el secundario del transformador de potencia y el cuadro de baja tensión se utilizarán cables de aislamiento RV 0,6/1kV, unipolares de aluminio de 240 mm², con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de P.V.C.

Se instalarán tres conductores por fase y dos para el neutro.



Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales bimetálicos tipo TBI-M12/240, especificados en la Norma NI 58.51.73 "Terminales bimetálicos para cables aislados de B.T. en aluminio (punzonado profundo) tipo interior".

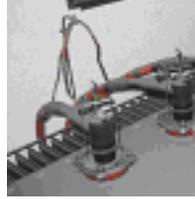


Foto 16. Puentes BT

1.6.1.7 Cuadro de Baja Tensión

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), tipo AC-5000, es un conjunto de aparata de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT, y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro AC-5000 prevista está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida

En la parte superior del módulo AC-5000 existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior.

Incorpora además un transformador de intensidad en la pletina de acometida de la fase R.

-Unidad funcional de control

En una caja situada en la parte superior del cuadro se instala el control y un amperímetro de carril con una aguja de máxima. La conexión del control a Cuadro de Baja Tensión se realizará directamente al embarrado vertical.

- Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida, que son 5. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas

- Tensión asignada: 440 V
- Intensidad asignada en los embarrados: 1000 A
- Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 8 kV

	entre fases:	2,5 kV
	Impulso tipo rayo:	
	a tierra y entre fases:	20 kV
- Características constructivas:		
·	Anchura:	540 mm
·	Altura:	1325 mm
·	Fondo:	290 mm
- Otras características:		
·	Intensidad asignada en las salidas:	5 x 400 A
- Otras características:		
·	Intensidad asignada en las salidas:	400 A

La unión del cuadro de B.T. con las bornas del trafo correspondiente se realizará mediante un conductor de Al de 240 mm² aislado con XLPE para 0,6/1 kV. Instalando tres conductores por fase y dos para el neutro.



Foto 17. Cuadros BT

1.6.1.8 Instalaciones Complementarias

Las instalaciones complementarias serán las siguientes:

- Protecciones en media y baja tensión.
- Conexión en media y baja tensión.
- Instalaciones auxiliares, alumbrado y circuito de protección del transformador.
- Instalaciones de puesta a tierra.

Se establecerán dos tomas de tierra separadas:

-Toma de tierra de masas a la que se conectarán herrajes, cuba del transformador, masas de los circuitos de A.T. y B.T., pantallas de protección contra contactos directos y armaduras metálicas solera. La sección de los conductores será de 50 mm² de Cu.

-La línea de tierra del neutro del transformador estará aislada en todo su trayecto, con aislamiento reforzado y sección de 50 mm² de Cu. La distancia entre las tomas de tierra será como mínimo de 20 m.

El valor de las resistencias de las puestas a tierra será inferior al mínimo fijado por el Reglamento.

1.6.1.9 Ventilación

Para la ventilación del C.T. se ha previsto el sistema de ventilación natural por medio de huecos protegidos con rejillas adecuadas que comunican directamente con el exterior, con la disposición y dimensiones que figuran en los planos, para entrada de aire frío y salida de aire caliente.

Esta ventilación está dimensionada según se establece en la CPI-96 de tal forma que la superficie de las rejillas se calcula utilizando la siguiente expresión y tomando la situación más desfavorable:

La ventilación para entrada y salida del aire está formada en el MiniSub-H por 2 rejillas de ventilación horizontal

Para calcular el orificio de entrada de aire tomamos la expresión:

$$S_1 = \frac{W_{Cu} + W_{Fe}}{0,24 \times K \times \sqrt{h} * t^3} (m^2)$$

Siendo:

S_1 = Superficie mínima en m^2 del orificio de entrada de aire.

$W_{cu} + W_{Fe}$ = Pérdidas totales de los trafos en KW.

K = Coeficiente en función de la reja de entrada de aire.

h = Distancia vertical entre el centro del orificio de salida de aire al centro del transformador.

t = Diferencia de temperatura de entrada y salida en $^{\circ}C$.



Foto 18. Rejillas de ventilación de CT

1.6.1.10 Materiales de seguridad

Los centros de transformación deberán contar con los siguientes elementos auxiliares de seguridad:

- Alfombra/Banqueta aislante
- Guantes de goma
- Placas de maniobras
- Cartel de instrucciones de primeros auxilios (fácilmente visible)
- Cartel de medidas de seguridad para maniobras en CT 5 reglas de oro (Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo, enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte y señalización en el mando de éstos, reconocimiento de la ausencia de tensión, puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión, colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo)
- Carteles de identificación
- Señalización de riesgo eléctrico
- Rotulado de CT y elementos de maniobra



Foto 19. Señalización riesgo eléctrico

1.6.2 LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN

Se trata de instalar un nuevo tramo de Red Subterránea de Media Tensión para alimentar al nuevo centro de transformación creando una nueva canalización subterránea compuesta de 4 tubos por donde discurrirá el conductor de aluminio que hará la entrada /salida en el CT proyectado, como se detalla el plano de la red de media tensión (plano 2).

1.6.2.1 Características generales.

La nueva Red Subterránea de Media Tensión a instalar constará de un circuito trifásico realizado mediante conductores de aluminio con aislamiento HEPRZ-1 12/20 KV de 240 mm² de sección.

La instalación será bajo tubo de protección enterrado.

En general, el trazado discurrirá por acera, en canalización entubada en asiento de arena, aunque será necesario la realización de un cruce de calzada tal y como se indica en los planos.

La ejecución de las instalaciones se ajustarán a todo lo indicado en el Capítulo IV del MT-



NEDIS 2.03.20 "Normas Particulares para las Instalaciones de Alta Tensión (< 30 kV) y Baja Tensión - Ejecución de las instalaciones" de IBERDROLA, tal y como figura en el Pliego de Condiciones de este proyecto; así como las características generales de los cables y accesorios que también intervienen en este proyecto y que, del mismo modo, vienen indicadas en el Pliego de Condiciones en el apartado dedicado a las características que han de cumplir los materiales y que no hayan quedado suficientemente especificadas en esta memoria.

Habrá que tener en cuenta que no se realizarán empalmes en las nuevas líneas, salvo que la longitud del conductor así lo determine o se deba unir con una línea ya existente, de lo contrario las derivaciones se realizarán desde las celdas en los centros de transformación o reparto en líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

1.6.2.2 Cables

Se utilizarán únicamente cables de aislamiento de dieléctrico seco, según NI 56.43.01 de las características esenciales siguientes:

Conductor:	Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022
Pantalla sobre el conductor:	Capa de mezcla semiconductora aplicada por extrusión.
Aislamiento:	Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR)
Pantalla sobre el aislamiento:	Una capa de mezcla semiconductora pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
Cubierta :	Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.
Tipo seleccionado:	Los reseñados en la siguiente tabla.

Tipo constructivo	Tensión nominal	Secc.conduc.	Sec.Pantalla
HEPRZ1	12/20 kV	240 mm ²	16 mm ²

Tabla 3. Datos generales del cable utilizado

Algunas otras características más importantes son:

Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
0,169	0,105	0,453

Tabla 4. Datos específicos del cable utilizado

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito $t < 5s$ 250°C

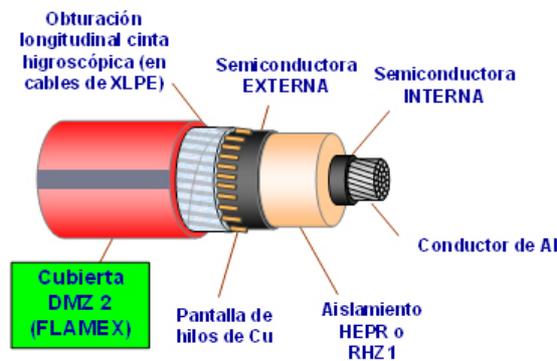


Foto 20. Partes de un cable de MT(HEPRZ1)

1) INTENSIDADES ADMISIBLES.

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislante pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas.

Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga. Para cables sometidos a ciclos de carga, las intensidades máximas admisibles serán superiores a las correspondientes en servicio permanente.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para este tipo de aislamiento, se especifican en la tabla 3.

Tipo de aislamiento	Tipo de condiciones	
	Servicio permanente	Cortocircuito $t \leq 5s$
Etileno Propileno de alto módulo (HEPR)	105	> 250

Tabla 5. Temperatura máxima, en °C, asignada al conductor

Las condiciones del tipo de instalaciones y la disposición de los conductores, influyen en las intensidades máximas admisibles.

Condiciones tipo de instalación enterrada: A los efectos de determinar la intensidad admisible, se consideran las siguientes condiciones tipo:

- Cables con aislamiento seco: Una terna de cables unipolares agrupadas a triángulo directamente enterradas en toda su longitud en una zanja de 1m de profundidad en terreno de resistividad térmica media de 1 K.m/W y temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25° C.



En la tabla 6 se indican las intensidades máximas permanentes admisibles en los cables normalizados en ID para canalizaciones enterradas directamente.

Tensión nominal Uo/U kV	Sección nominal de los conductores mm ²	Intensidad
		3 unipolares
12/20	240	435

Tabla 6. Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente y con corriente alterna, de los cables con conductores de aluminio con aislamiento seco (HEPR)

Condiciones tipo de instalación al aire: A los efectos de determinar la intensidad máxima admisible, se consideran las siguientes condiciones tipo :

- Cables de aislamiento seco: Una terna de cables unipolares instalados al aire agrupados en contacto, con una colocación tal que permita una eficaz renovación del aire, siendo la temperatura del medio ambiente de 40°C, por ejemplo, colocado sobre bandejas o fijado a una pared, etc. Dadas las condiciones óptimas de disipación, no se aplicará el coeficiente de insolación.

En la tabla 7 se indican las intensidades máximas permanentes admisibles en los cables normalizados en ID para canalizaciones al aire.

Tensión nominal Uo/U kV	Sección nominal de los conductores mm ²	Intensidad
		3 unipolares
12/20	240	470

Tabla 7. Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente y con corriente alterna, de los cables con conductores de aluminio con aislamiento seco (HEPR)

2) INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES.

En la tabla 8 se indica la intensidad máxima admisible de cortocircuito en los conductores, en función de los tiempos de duración del cortocircuito.

Estas intensidades se han calculado partiendo de la temperatura máxima de servicio de 105 °C y como temperatura final la de cortocircuito > 250 °C, tal como se indica en la tabla 3. La diferencia entre ambas temperaturas es $\Delta\theta$. En el cálculo se ha considerado que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta .



En estas condiciones:

$$\frac{I}{S} = \frac{K}{\sqrt{t}}$$

En donde:

I = corriente de cortocircuito, en amperios

S = sección del conductor, en mm²

K = coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito

t = duración del cortocircuito, en segundo

Si se desea conocer la intensidad máxima de cortocircuito para un valor de t distinto de los tabulados, se aplica la fórmula anterior. K coincide con el valor de intensidad tabulado para t = 1s.

Si, por otro lado, interesa conocer la densidad de corriente de cortocircuito correspondiente a un incremento $\Delta\theta'$ de temperatura distinto del tabulado $\Delta\theta=160$ °C, basta multiplicar el correspondiente valor de la tabla por el factor de corrección:

$$F = \sqrt{(\Delta\theta' / \Delta\theta)}$$

Tipo de Aislamiento	Tensión kV	Sección mm ²	Duración del cortocircuito t en s								
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	12/20	240	71,5	51,1	41,2	31,9	22,5	18,4	15,8	14,1	12,9

Tabla 8. Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores, en kA (Incremento de temperatura 160 θ (°C))

3) INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITOS ADMISIBLES EN LAS PANTALLAS.

En la tabla 9 se indican, a título orientativo, las intensidades admisibles en las pantallas metálicas, en función del tiempo de duración del cortocircuito.

Esta tabla corresponde a un proyecto de cable con las siguientes características:

- Pantalla de hilos de cobre de 0,75 mm de diámetro, colocada superficialmente sobre la capa semiconductor exterior (alambres no embebidos).
- Cubierta exterior poliolefina (Z1)
- Temperatura inicial pantalla: 70°C
- Temperatura final pantalla: 180°C.

Sección Pantalla mm ²	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
16	7.750	5.640	4.705	3.775	2.845	2.440	2.200	2.035	1.920

Tabla 9. Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en A

El cálculo se ha realizado siguiendo la guía de la norma UNE 21-193, aplicando el método indicado en la norma UNE 21-192.

1.6.2.3 Accesorios

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo el MT-NEDIS correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Terminales: Las características de los terminales serán las establecidas en la NI 56.80.02. Los conectores para terminales de AT quedan recogidos en NI 56.86.01.

En los casos que se considere oportuno el empleo de terminales enchufables, será de acuerdo con la NI 56.80.02.

Empalmes: Las características de los empalmes serán las establecidas en la NI 56.80.02.



Foto 21. Realización de un empalme en cable MT

1.6.2.4 Tensión de Suministro

La tensión nominal de la línea de media tensión actual es de 20 kV entre fases.

1.6.3 RED DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSION

La Red Subterránea de Baja Tensión estará compuesta por 2 nuevas líneas de baja tensión que saldrán del CBT del nuevo centro de transformación y serán embornadas en las CGP's tipo instaladas en la fachada de la finca junto a la entrada a los garajes, como se indica en los planos



adjuntos. La red de distribución de Baja Tensión tendrá que cruzar una calle, lo que provocará el corte de la misma el día de la realización de la zanja en la que se introducirán los cables.

1.6.3.1 Características de la red de distribución en B.T.

En cuanto a la red de distribución en B.T. tendrá las características que se muestran a continuación:

Clase de corriente	Alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	230/400 V
Tensión máxima entre fase y tierra	250 V
Sistema de puesta a tierra	Neutro unido directamente a tierra
Aislamiento de los cables de red	0,6/1 kV
Intensidad máxima de cortocircuito trifásico	50 kA

1.6.3.2 Trazado

El trazado de las líneas se realizará de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- La longitud de la canalización será lo más corta posible.
- Se ubicará salvo casos excepcionales, en terrenos de dominio público, bajo acera o calzada, evitando los ángulos pronunciados.
- El radio interior de curvatura, después de colocado el cable, será, como mínimo, de 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de calzadas deberán ser perpendiculares a sus ejes, salvo casos especiales, debiendo realizarse en posición horizontal y en línea recta.
- Las distancias a fachadas estarán, siempre que sea posible, de acuerdo con lo especificado por los reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes.

El trazado de la red subterránea de baja tensión se hará mediante canalización subterránea entubada por vía pública. En este tipo de canalización, el cable irá alojado en tubos de plástico de color rojo de 6 metros de longitud y 160 mm de diámetro, siendo la relación entre el diámetro interior del tubo y el diámetro aparente del circuito superior a 2 conforme al apartado 3.1.3 de la ITC-BT-07 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.



Los tubos irán alojados en general en zanjas de 80 cm de profundidad y una anchura de 50 cm cuando contengan hasta dos líneas, de forma que en todo momento la profundidad mínima de la línea más próxima a la superficie del suelo sea de 60. Los tubos se situarán sobre un lecho de arena de 5 cm de espesor.

A continuación se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%, teniendo en cuenta que los tubos de comunicaciones irán situados por encima de los de energía. A unos 10 cm del pavimento, como mínimo y a 30 cm como máximo, quedando como mínimo a 25 cm por encima de los cables, se situará la cinta de señalización de acuerdo con la Norma UNE 48103.

Las líneas tendrán origen en las salidas BT del nuevo Centro de Transformación y contarán con fusibles de protección calibrados adecuados a la sección del conductor que protejan.

Dichas líneas tendrán salida por los armarios de seccionamiento homologados, conectándose el conductor a las grapas de conexión empleándose, para ello, terminales bimetálicos adecuados.

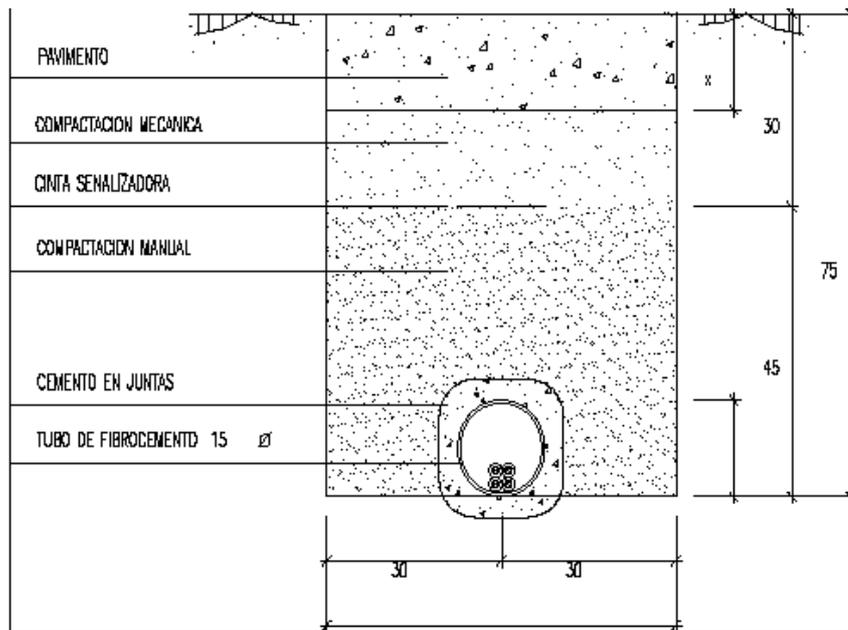


Foto 22. Canalización Red subterránea

1.6.3.3 Tensión de suministro

La tensión de suministro de la línea proyectada es de 400/230 voltios, siendo la caída de tensión máxima permitida para el total de la línea no superior al 5,5% de 400 V.



1.6.3.4 Conductores

Los conductores que se emplearán serán de aluminio, compactos de sección circular de varios alambres cableados, escogidos de los contemplados en la Norma UNE 211603-5N1.

Los conductores serán unipolares y su tensión nominal U_0 / U será 0,6/1 kV. Estarán debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos.

Los empalmes y conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. La sección del conductor neutro será la misma que la de los conductores de fase. El conductor neutro de las líneas subterráneas de distribución pública, se conectará a tierra en el Centro de Transformación, en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión.

Fuera del Centro de Transformación es recomendable su puesta a tierra en otros puntos de la red como mínimo cada 200 m de longitud de línea, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra. Debe ser puesto a tierra en cada extremidad de línea y en cada punto de derivación importante.

Este valor de resistencia de tierra será tal que no de lugar a tensiones de contacto superiores a 50 V de acuerdo con la ITCBT-18.

Los conductores se conectarán eliminando su aislamiento, directamente en las grapas de conexión, con empleo de grasa de contacto.

CARACTERÍSTICAS:

-Conductor	Aluminio
-Sección de fase	240 mm ²
-Intensidad máxima admisible	430 A
-Coeficiente reductor B/tubo	0,8
-Aislamiento	Polietileno Reticulado
-Cubierta	PVC



Foto 23. Cable RV 0,6/1kV

1.6.3.5 Accesorios

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Las características de los accesorios serán las establecidas en la NI 56.88.01.

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo el MT-NEDIS correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones de montaje dadas por el fabricante. Las piezas de conexión se ajustarán a la NI 58.20.71.

1.6.3.6 Señalización

Las conducciones subterráneas irán señalizadas con cinta plástica de advertencia en el interior de la zanja donde se aloje la conducción, sobre su vertical y según se indica en planos para advertir la presencia de cables eléctricos en caso de excavaciones posteriores sobre los conductores.

Los conductores se identificarán en todo su trazado mediante cinta adhesiva de colores verde, amarillo, marrón y gris para el neutro, cada 1,5 m., agrupándose en mazo cada 2 m. La misma secuencia de colores se respetará en la conexión a las C.G.P.

1.6.3.7 Puesta a tierra del neutro

El conductor neutro de la red subterránea de distribución pública, se conectará a tierra en el C.T. en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación; fuera del C.T. se conectará a tierra en otros puntos de la red con objeto de disminuir su presencia global a tierra, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, en todas las cajas generales de protección o en las cajas de seccionamiento, consistiendo dicha p.a.t. en una pica y un flagelo de cable desnudo de unos 3 m. de longitud, enterrados en la misma zanja que los cables y unidos al borne de neutro mediante un conductor aislado RV 0,6/1Kv de 50 mm² de Cu, como mínimo.



El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red por lo menos cada 200 m, preferentemente en los puntos de derivación. La continuidad del conductor neutro quedará asegurada en todo momento, siendo de aplicación para ello lo dispuesto a continuación:

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por alguno de los dispositivos siguientes:

a) Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases (corte omnipolar simultáneo) o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.

b) Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas y que sólo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo en este caso ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas estas sin haberlo sido previamente el neutro.

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico, tanto con las partes metálicas que se deseen poner a tierra como con el electrodo, para lo cual las conexiones de los circuitos de tierra, con las partes metálicas y con los electrodos se efectuarán con todo cuidado por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva, por medio de elementos de compresión. Queda terminantemente prohibido el empleo de soldadura tanto de alto como de bajo punto de fusión.

La línea de enlace con el electrodo deberá ser lo más corta posible y sin cambios bruscos de dirección, no debiendo estar sujeta a esfuerzos mecánicos.

1.7 SISTEMAS CONTRA INCENDIOS

Por Real Decreto 3275/1982, de 12 de Noviembre, (B.O.E. nº 288 de 1 de Diciembre de 1.982), se aprobó el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y por O.M. de 6 de Julio de 1.984 (B.O.E. nº 183 de 1 de Agosto de 1.984), se aprobaron las Instrucciones Técnicas Complementarias (M.I.E.-R.A.T.) y demás disposiciones precisas para el desarrollo y aplicación de dicho Reglamento.

Estas disposiciones determinan:

M.I.E.-R.A.T. 14, b.1, último párrafo:

"Si existe un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos, dos extintores de eficacia 89B, no siendo preciso, en este caso, la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control."

M.I.E.-R.A.T. 14, b.2, Sistemas fijos:

"En aquellas instalaciones con transformadores o aparatos cuyo dieléctrico sea aceite



mineral, con un volumen unitario superior a 600 l, o que, en conjunto, sobrepasen los 2.400 l, deberá instalarse un sistema fijo de extinción automático."

Disponiendo esta Empresa del personal itinerante al que se refiere la primera disposición transcrita, y no sobrepasando los transformadores los volúmenes de aceite mineral a que alude la segunda de ellas, no se ha considerado necesario establecer en el centro de transformación a que este proyecto se refiere sistema automático de extinción de incendios.

1.8 SERVIDUMBRES Y AFECTADOS

No se crean ningún tipo de servidumbres; las líneas subterráneas y los centros de transformación se instalarán en terrenos de uso público y/o de la propiedad y posteriormente serán cedidas a la compañía suministradora.

1.9 CONCLUSIÓN

Por todo lo expuesto en los documentos que integran este proyecto, el técnico que suscribe cree haber dado una definición clara de la obra que se pretende realizar, habiendo explicado de manera detallada las partes y componentes que la integran.



2 CALCULOS JUSTIFICATIVOS



2.1 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACION

MUY IMPORTANTE:

AUNQUE EL TRANSFORMADOR A INSTALAR SEA DE 400 KVA'S SE DIMENSIONAN TODAS LAS INSTALACIONES PARA TRAFOS DE 630KVA'S EN PREVISIÓN DE UNA POSIBLE AMPLIACIÓN DE POTENCIA.

2.1.1 **INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN**

La intensidad primaria en un sistema trifásico de 20 KV está dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} * V_p}, (A)$$

Siendo: P = Potencia en KVA.
 V_p = Tensión primaria en KV.
 I_p = Intensidad primaria en amperios

Luego, en este caso, sustituyendo valores, tendremos para cada centro de transformación:

$$I_p = \frac{630}{\sqrt{3} * 20} = 1818A.$$

2.1.2 **INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN**

La intensidad secundaria en un sistema trifásico de 400V está dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} * V_s}, (A)$$

Siendo: P = Potencia en KVA.
 V_p = Tensión primaria en KV.
 I_p = Intensidad primaria en imperios

Luego, en este caso, sustituyendo valores tendremos:

$$I_s = \frac{630}{\sqrt{3} * 0,400} = 909,4A.$$



2.1.3 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

▪ OBSERVACIONES

Para el cálculo de las magnitudes de intensidad que origina un cortocircuito se tendrá como base la potencia de cortocircuito en el punto de acometida al Centro de Transformación, la cual es dada por la Cía. Suministradora de energía.

Para el cálculo del cortocircuito en baja tensión, para ser más conservador y, por lo tanto, obtener unos resultados seguros, se realiza la hipótesis de una potencia de cortocircuito primaria infinita.

▪ CALCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para la realización del cálculo de la corriente de cortocircuito utilizamos las expresiones:

$$I_{CCP} = \frac{P}{\sqrt{3} * V_p}$$

Siendo:

P = potencia de cortocircuito de la red en MVA

V_p = Tensión primaria de la red en KV.

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en KA.

$$I_{CCS} = \frac{P}{\sqrt{3} * V_{CC} * V_s}$$

Siendo:

P = Potencia del transformador en KVA.

V_{CC} = Tensión porcentual de cortocircuito del Trafo.

V_s = Tensión secundaria en V.

I_{CCS} = Intensidad de cortocircuito secundaria en KA.

▪ CORTOCIRCUITOS EN EL LADO DE ALTA y BAJA TENSIÓN

Utilizando las formulas anteriores y sustituyendo valores tendremos para el caso más desfavorable:

$$I_{CCP} = \frac{350}{\sqrt{3} * 20} = 10,10KA.$$

$$I_{CCS} = \frac{630}{\sqrt{3} * 0,04 * 400} = 22,74KA.$$



2.1.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

La configuración de centro integrado hace que el embarrado se encuentre junto con la aparatenta y el transformador bajo una única envolvente metálica sumergido en fluido dieléctrico común. Las conexiones se realizan a través de conductores de cobre aislados y separados.

▪ **COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE**

La intensidad nominal de bucle es de 400 A. El conductor de cobre sumergido en fluido dieléctrico refrigerante tiene una sección de 150 mm² con lo que la densidad de corriente es de:

$$d = \frac{400}{150} = 2,66 A / mm^2$$

▪ **COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA**

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada, por lo que:

$$I_{cc}(\text{din}) = 33,7 \text{ kA}$$

▪ **CALCULO POR SOLICITACIÓN TÉRMICA**

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparatenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc}(\text{ter}) = 13,47 \text{ kA}$$

2.1.5 SELECCIÓN DE FUSIBLES DE ALTA/BAJA TENSIÓN

Selección de fusibles para Alta Tensión.

La protección del transformador en alta tensión se realiza mediante la utilización de cortacircuitos fusibles. Los fusibles tienen un alto poder de corte frente a intensidades de cortocircuito y la selección de los fusibles se realiza en base a los siguientes criterios:

- Permitir el paso continuado de la intensidad nominal requerida por la aplicación.
- Permitir el paso de la punta de intensidad que se produce en la conexión del transformador en vacío.
- Cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

De forma práctica la punta de intensidad que se produce en la conexión del transformador en



vacío es de aproximadamente unas 2,5 veces la intensidad nominal del mismo. La intensidad nominal de los fusibles elegidos para 400 kVA a la tensión de servicio de 20 kV es de 40 A.

Selección de fusibles para Baja Tensión.

La salida de baja tensión del transformador acomete a un cuadro general de distribución construido según Recomendación UNESA (RU 6302).

Las salidas estarán protegidas, así mismo, por los fusibles calibrados en función de la potencia demandada para cada salida según se justifica en el apartado de baja tensión de esta memoria.

2.1.6 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

Para calcular el orificio de entrada de aire tomamos la expresión:

$$S_1 = \frac{W_{Cu} + W_{Fe}}{0,24 \times K \times \sqrt{h} * t^3} (m^2)$$

Siendo:

S_1 = Superficie mínima en m^2 del orificio de entrada de aire.

$W_{Cu} + W_{Fe}$ = Pérdidas totales de los trafos en KW.

K = Coeficiente en función de la reja de entrada de aire.

h = Altura en metros, entre ejes de las rejillas.

t = Diferencia de temperatura de entrada y salida en °C.

El orificio de salida de aire será, como mínimo, igual al de entrada. Calculado con la expresión anterior.

No obstante, y aunque es aplicable esta expresión a todos los Edificios Prefabricados de ORMAZABAL, se considera de mayor interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio de I+D de Ormazabal y Cia S.A. (Vizcaya - España):

9901B024-BE-LE-05, para ventilación de transformador de potencia hasta 630 kVA en el miniSUB-H.

2.1.7 CÁLCULOS DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

El cálculo que se ha empleado para el estudio de la instalación de tierras es el que la comisión de reglamentos de UNESA ha desarrollado el "Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectados a Redes de tercera categoría".



2.1.7.1 PRESCRIPCIONES GENERALES:

Cuando se produce un defecto a tierra en una instalación de Alta Tensión, se provoca una elevación del potencial del electrodo a través del cual circula la corriente de defecto. Asimismo, al disiparse dicha corriente por tierra, aparecerán en el terreno gradientes de potencial. Al diseñarse los electrodos de puesta a tierra deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación con las elevaciones de potencial.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de la intensidad de defecto que haga actuar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.
- Seguridad de las personas

La MIE-RAT 13 establece que la tensión máxima aplicable al cuerpo humano, entre mano y pies, que puede aceptarse, es la siguiente:

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Siendo:

V_{ca} tensión aplicada, en voltios
 t duración de la falta, en segundos
 K y n constantes, función del tiempo:

$$\begin{array}{ll} 0,9 \geq t > 0,1 & \text{segundos, } K=72 \quad \text{y } n=1 \\ 3 \geq t > 0,9 & \text{segundos, } K=78,5 \quad \text{y } n=0,18 \\ 5 \geq t > 3 & \text{segundos, } V_{ca} = 64 \text{ V} \\ t > 5 & \text{segundos, } V_{ca} = 50 \text{ V} \end{array}$$

Cuando el elemento cuya actuación elimine la falta disponga de reenganche automático rápido (inferior a 0,5 segundos) el tiempo a considerar (t) será la suma de los tiempos parciales de mantenimiento de la corriente de defecto.

En base a suponer que la tensión máxima aplicada al cuerpo humano no supere el valor V_{ca} para las tensiones de contacto (entre manos y pies), ni supere 10 veces dicho valor para las tensiones de paso (entre pies separados 1 m), los valores máximos admisibles de las tensiones de paso y contacto, y que por tanto, no pueden ser superados en una instalación, son los siguientes:

$$\text{Tensión de paso (V)} \quad V_{p_{adm}} = \frac{10K}{t^n} \left(1 + \frac{6\rho}{1000} \right)$$

$$\text{Tensión de contacto (V)} \quad V_{c_{adm}} = \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{1,5\rho}{1000} \right)$$

Se tendrá que cumplir que los valores de las tensiones de paso y contacto calculadas para la instalación de puesta a tierra proyectada (V_p y V_c respectivamente) en función de su geometría, de la corriente de puesta a tierra que considere y de la resistividad correspondiente del



terreno, no superen los valores calculados según las fórmulas anteriores.

$$V_p \leq V_{p_{adm}}$$

$$V_c \leq V_{c_{adm}}$$

En el caso de la tensión de paso, puede suceder que la resistividad superficial del terreno sea distinta para cada pie. Esta situación es habitual en el acceso de los Centros de Transformación, donde los pavimentos, interior y exterior, pueden ser de distinta composición.

En estos casos la fórmula de la tensión de paso admisible que puede aparecer en una instalación y que no debe ser superada tiene la expresión:

$$V_{p(acc)_{adm}} = \frac{10K}{t^n} \left(1 + \frac{3\rho + 3\rho'}{1000} \right)$$

- **Sobretensiones admisibles para las instalaciones de baja tensión del Centro de Transformación**

Para evitar que la sobretensión que aparece al producirse un defecto en el aislamiento del circuito de alta tensión deteriore los elementos de baja tensión del centro, el electrodo de puesta a tierra debe tener un efecto limitador, de forma que la tensión de defecto (V_d) sea inferior a la que soportan dichas instalaciones (V_{bt}).

Esto es:

$$V_d = R_t \times I_d$$

$$V_{bt} \geq V_d$$

Siendo:

V_d Tensión de defecto, en voltios

V_{bt} Tensión soportada a frecuencia industrial por la instalación de baja tensión, en voltios

R_t Resistencia del electrodo, en ohmios

I_d Intensidad de defecto, en amperios

- **Limitaciones del valor de la corriente de defecto**

La intensidad máxima de defecto I_d deberá ser lo más baja posible, con objeto de que la tensión que aparezca en el electrodo cuando sea recorrido por la misma, tenga un valor lo más reducido posible.

Dicha intensidad deberá tener, así mismo, un valor mínimo superior a la de arranque (I_a) de las protecciones que tienen que detectar el defecto e interrumpir la alimentación.

$$I_d > I_a$$



2.1.7.2 PROCEDIMIENTO DE CALCULO:

Las prescripciones generales que deben cumplir los electrodos de puesta a tierra para garantizar la seguridad de las personas y cosas se resumen, tal y como se ha reflejado anteriormente, en:

2.1.7.2.1 Limitación de la resistencia de puesta a tierra (Rt) de protección:

El valor máximo de R_t debe permitir que la intensidad de defecto (I_d) supere el valor mínimo de actuación de las protecciones y que la sobretensión que aparece en caso de anomalía ($V_d = R_t \times I_d$) no sea perjudicial para la instalación de baja tensión del CT.

2.1.7.2.2 Definición de una configuración geométrica del electrodo de puesta a tierra:

Su diseño será tal que los gradientes de tensión que aparecen en el terreno, en caso de defecto, no sean superiores a las tensiones que pueda soportar una persona que acceda simultáneamente, a puntos separados afectados por la anomalía.

Tal y como se indica en las fórmulas de Tensión de paso V_p y Tensión de contacto V_c , las tensiones máximas admisibles en una instalación son función de la resistividad superficial del terreno.

Características iniciales:

- Tensión considerada	20 kV
- Duración de la falta:	
Relé a tiempo independiente	$t' = 0,7$ seg
- Intensidad de arranque	$I_a = 100$ A
- Intensidad de defecto máxima admisible	$I_{dm} = 250$ A
- Nivel de Aislamiento de las instalaciones de B.T. del C.T.	$V_{bt} = 8$ kV

Características del terreno:

-Resistividad del terreno	$\rho = 150\Omega.m$
-Resistividad del hormigón en el acceso (según apdo. 3.1 UNESA)	$\rho' = 3000\Omega.m$

Para cumplir con las condiciones de seguridad requeridas se seguirá el procedimiento de cálculo indicado en apartado 2.1 de la MIE RAT 13:



2.1.7.2.2.1 Investigación de las características del terreno

Para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 KA., el apartado 4.1 de la MIE-RAT 13 admite la posibilidad de estimar la resistividad del terreno o de medirla.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en $150 \rho \cdot m$.

2.1.7.2.2.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora Iberdrola, el tiempo máximo de eliminación del defecto es de 0,5 s.

Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por la Cía, son:

$$K= 72 \text{ y } n= 1$$

En instalaciones eléctricas de alta tensión de tercera categoría, los parámetros de la red que definen la corriente de puesta a tierra, como son la resistencia y reactancia de las líneas, son muy variables. Con alguna frecuencia se intercalan nuevos circuitos y subestaciones. Ello obliga a simplificar los cálculos incluyendo, en la aproximación, las consideraciones que hagan posible que las modificaciones posteriores, en forma de nuevas instalaciones y/o modificaciones físicas o eléctricas, mantengan las condiciones de seguridad establecidas, para cada instalación.

2.1.7.2.2.3 Tiempos máximos de eliminación del defecto:

Cuando se produce un defecto a tierra, éste se elimina durante la apertura de un elemento de corte que actúa por la orden que le transmite un dispositivo que controla la intensidad de defecto.

A efectos de determinar el tiempo máximo de eliminación de la corriente de defecto a tierra, el elemento de corte será un interruptor cuya desconexión estará controlada por un relé que establezca su tiempo de apertura. Los tiempos de apertura del interruptor, incluido el de extinción de arco, se considerarán incluidos en el tiempo de actuación del relé y que pueden actuar en un tiempo fijo (tiempo relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica. Según los datos proporcionados por la compañía suministradora se tiene:

- Intensidad de defecto máxima admisible $I_{dm} = 250 \text{ A}$
- Intensidad de arranque de las protecciones $I_a = 100 \text{ A}$



- Duración de la falta: $t' = 0,5 \text{ seg}$

Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por la Cía, son:

$$K = 72 \text{ y } n = 1$$

$$I_d = I_{dm} = 250 \text{ A}$$

2.1.7.2.2.4 Cálculo de la resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del CT (Rt) e intensidad de defecto (Id)

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas (R), la intensidad y tensión de defecto (Id, Vd), se utilizan las siguientes fórmulas:

Resistencia del sistema de puesta a tierra, Rt:

$$R_t = K_r \cdot \rho(\Omega)$$

Intensidad de defecto, Id:

$$I_d = I_{dm}(A)$$

Tensión de defecto:

$$V_d = R_t \cdot I_d(V)$$

El electrodo seleccionado para nuestro caso tiene las siguientes propiedades:

- Código de configuración del electrodo: 60-40/5/42
- Geometría: Rectángulo de 6,0 x 4,0 mts
- Profundidad del electrodo: 0,5 m
- Número de picas: 4
- Longitud de las picas: 2 m
- Sección del conductor: 50 mm²
- Diámetro de las picas: 14 mm

Los parámetros característicos de este electrodo son:

- De la resistencia: $K_r = 0,080$
- De la tensión de paso: $K_p = 0,0177$
- De la tensión de contacto: $K_c = 0,0389$

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0,080 \cdot 150 = 12\Omega$$

$$I_d = I_{dm} = 250 \text{ A}$$

$$V_d = R_t \cdot I_d = 12 \cdot 250 = 3.000 \text{ V}$$

2.1.7.2.2.5 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la



instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Centro de Transformación no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión. Con estas medidas de seguridad no será necesario calcular la tensión de contacto en el exterior, ya que ésta será prácticamente cero.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$V_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0,0177 \cdot 150 \cdot 250 = 663,75V$$

2.1.7.2.2.6 Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con rondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior, ya que éstas serán prácticamente cero.

Así mismo la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de defecto:

$$V_p(acc) = V_d = R_t \cdot I_d = 12 \cdot 250 = 3.000V$$

2.1.7.2.2.7 Cálculo de que las tensiones de paso y contacto calculadas sean inferiores a los valores máximos admisibles definidos por los valores de VP y VC

Para la obtención de valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las expresiones: indicadas en la prescripciones generales, al principio de este mismo apartado.



$$V_{p_{adm}} = \frac{10K}{t^n} \left(1 + \frac{6\rho}{1000} \right) = \frac{10 \cdot 72}{0,7^1} \left(1 + \frac{6 \cdot 150}{1000} \right) = 1.954,3V$$

$$V_{p(acc)_{adm}} = \frac{10K}{t^n} \left(1 + \frac{3\rho + 3\rho'}{1000} \right) = \frac{10 \cdot 72}{0,7^1} \left(1 + \frac{3 \cdot 150 + 3 \cdot 3000}{1000} \right) = 10.748,5V$$

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Seguridad de las personas			
Tensión de paso en el exterior	$V_p = 663,75 V$	\leq	$V_{p_{adm}} = 1.954,3 V$
Tensión de paso en el acceso	$V_{p(acc)} = 3.000 V$	\leq	$V_{p(acc)_{adm}} = 10.748,5 V$
Tensiones de contacto y de paso en el interior	Nulas		
Protección del material			
Tensión de defecto	$V_d = 3.000 V$	\leq	$V_{bt} = 8.000 V$
Limitación de la corriente de defecto			
Intensidad de arranque de las protecciones	$I_d = 250 A$	\geq	$I_a = 100 A$

Tabla 10. Condiciones a cumplir por los electrodos

2.1.7.2.2.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi}$$



donde:

R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
D	distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$D \geq \frac{\rho \cdot I_d}{2000\pi} = \frac{150 \cdot 250}{2000\pi} = 5,97m \Rightarrow D=13,2 \text{ metros}$$

... que siguiendo las recomendaciones de Iberdrola esta distancia mínima será de **D=13,2 metros**.

2.1.7.2.2.9 Resistencia de la puesta a tierra de servicio

Una vez conectada la red de puesta a tierra de servicio al neutro de la red de BT, el valor de esta resistencia de puesta a tierra general deberá ser inferior a 37 ohmios.

Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación interior, protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a:

$$37 \times 0,650 = 24 \text{ V}$$

El electrodo seleccionado para nuestro caso tiene las siguientes propiedades:

- Código de configuración del electrodo: 5/22
- Geometría: Picas en hilera unidas por un conductor horizontal
- Profundidad del electrodo: 0,5 m
- Número de picas: 3
- Longitud de las picas: 2 m
- Separación entre picas: 3 m
- Sección del conductor: 50 mm²
- Diámetro de las picas: 14 mm

Los parámetros característicos de este electrodo son:

- De la resistencia: $K_r=0,201$
- De la tensión de paso: $K_p 0,0392$

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_{t_{neutro}} = K_r \cdot \rho = 0,135 \cdot 150 = 30,15\Omega < 37\Omega$$

2.1.7.2.2.10 Corrección y ajuste del diseño

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesario la corrección del sistema proyectado.



No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

En el caso que las mediciones de tierra resulten elevadas se deberá escoger otra variante de electrodo, o también pueden aplicarse otras medidas, tales como disponer pavimentos suficientes aislantes o establecer conexiones equipotenciales.

2.2 CÁLCULO ELÉCTRICO DE LA RED DE MEDIA TENSION

Se tomarán las intensidades máximas admisibles dadas por el fabricante del cable y que se recogen en la norma NI 56.43.01.

Las características de los cables vienen indicadas en el apartado 1.6.2.

Las tablas de intensidades máximas admisibles estarán preparadas en función de las condiciones siguientes:

- a) Si los cables son unipolares irán dispuestos en haz.
- b) Enterrados a una profundidad de 1 m en terrenos de resistencia térmica media.
- c) Temperatura máxima en el conductor 105° C.
- d) Temperatura del terreno 25°C.

Para determinar la sección de los conductores se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Intensidad máxima admisible por el cable.
- b) Caída de tensión.
- c) Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito.
- d) La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible, se calculará partiendo de la potencia que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado de acuerdo con los valores de intensidades máximas de la norma NI 56.43.01, o en los datos suministrados por el fabricante.

La intensidad se determinará por la fórmula:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3}xU \cos \varphi}$$



La determinación de la sección en función de la caída de tensión se realizará mediante la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times L (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

en donde:

W = Potencia en kW

U = Tensión compuesta en kV

ΔU = Caída de tensión

I = Intensidad en amperios

L = Longitud de la línea en km.

R = Resistencia del conductor en Ω/km a la temperatura de servicio

X = Reactancia a frecuencia 50 Hz en Ω/km .

$\cos \varphi$ = Factor de potencia; en ambos apartados, a) y b), se considerará un factor de potencia para el cálculo de $\cos \varphi = 0,9$

Para el cálculo de la sección mínima necesaria por intensidad de cortocircuito será necesario conocer la potencia de cortocircuito P_{cc} existente en el punto de la red donde ha de alimentar el cable subterráneo para obtener, a su vez, la intensidad de cortocircuito que será igual a:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{U \cdot \sqrt{3}}$$

La sección mínima se calculará de acuerdo con la tabla 6:

Según la configuración de la red:

$$S_{cc} = 350 \text{ MVA.}$$

$$U = 15 \text{ kV.}$$

$$t_{cc} = 0,7 \text{ s.}$$

$$I_{cc} = 13,47 \text{ kA}$$

Las características fundamentales de las líneas a proyectar son las siguientes:

Clase de Corriente	Alterna Trifásica
Frecuencia	50 Hz
Tensión Nominal	20 KV
Tensión más Elevada	24 KV
Factor de Potencia	0,9

La sección de los conductores será constante y se calcularán teniendo en cuenta su intensidad máxima admisible. Los conductores serán unipolares de aluminio formando un haz de tres. El aislamiento será del tipo seco, y cubierta de EPR de alto modulo. Tendrán estos



conductores una pantalla formada por hilos de cobre, y contraespira de cinta de cobre, con una sección mínima de 16 mm^2 , no siendo necesario que dispongan de armadura, dicha pantalla deberá ponerse a tierra en las celdas de línea y conectadas al interruptor de puesta a tierra de las mismas.

Las características del cable, una vez realizados los cálculos, serán las siguientes:

Naturaleza :	Aluminio
Denominación:	HEPRZ-1
Sección :	240 mm^2
Resistencia:	0,169 ohm/Km.
Reactancia:	0,105 ohm/Km.
Intensidad admisible cable enterrado:	435 A
Caída de tensión L1:	0,095 %
Intensidad máx. de cortocircuito admisible:	26,89 kA
Intensidad de cortocircuito red proyectada:	13,47 kA
Tensión de ensayo a frec. Industrial:	50 KV
Tensión de cresta por impulso	125 KV

2.3 CALCULO ELECTRICO DE LA RED SUBTERRANEA DE BAJA TENSION

2.3.1 DETERMINACIÓN DE LA SECCION

La distribución se realizará en sistema trifásico a las tensiones de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro.

Para la elección de un cable deben tenerse en cuenta, en general, cuatro factores principales, cuya importancia difiere en cada caso. Dichos factores son :

- Tensión de la red y su régimen de explotación
- Intensidad a transportar en determinadas condiciones de instalación
- Caídas de tensión en régimen de carga máxima prevista
- Intensidades y tiempo de cortocircuito.



Las características de los conductores en régimen permanente se muestran a continuación:

		X en Ω/km	Intensidad en A
Sección de fase en mm^2	R - 20° en Ω/km	Cable RV	Cable RV
240	0,125	0,070	430

Tabla 11. Características de los conductores de aluminio en régimen permanente

A estos valores se le deberá aplicar el coeficientes de reducción de 0,8 por tratarse de un red instalada bajo tubo, según lo especificados en la ITC-BT-07.

Para justificar la sección de los conductores se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones :

- Intensidad máxima admisible por el cable
- Caída de tensión

La elección de la sección del cable a adoptar está supeditada a la capacidad máxima del cable y a la caída de tensión admisible, que no deberá exceder del 5,5 %. Además, como tenemos la necesidad de conectar las nuevas líneas a otras ya existentes, la caída de tensión admisible en estos casos se condicionará de forma que, sumado al de la línea ya existente hasta el tramo de derivación, no supere el 5,5 % para las potencias transportadas en la línea y las previstas a transportar en la derivación.

Para la elección ente los distintos tipos de líneas desde el punto de vista de la sección de los conductores, aparte de las limitaciones de potencia máxima a transportar y de caída de tensión, que se fijan en cada uno, deberá realizarse un estudio técnico-económico desde el punto de vista de pérdidas, por si quedara justificado con el mismo la utilización de una sección superior a la determinada por los conceptos anteriormente citados.

- La elección de la sección en función de la **intensidad máxima admisible**, se calculará partiendo de la potencia que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado, de acuerdo con los valores de las intensidades máximas que figuran en las NI 56.31.21 y 56.30.30, o en los datos suministrados por el fabricante.

La intensidad se determinará por la fórmula:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi}$$

- La determinación de la sección en función de la **caída de tensión** se realizará mediante la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} * I * L (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

en donde:



W	= Potencia en kW
U	= Tensión compuesta en kV
DU	= Caída de tensión
I	= Intensidad en amperios
L	= Longitud de la línea en km.
R	= Resistencia del conductor en W/km
X	= Reactancia a frecuencia 50 Hz en W/km.
cos f	= Factor de potencia

La caída de tensión producida en la línea, puesta en función del momento eléctrico $W \cdot L$, teniendo en cuenta las fórmulas anteriores viene dada por :

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Donde $DU\%$ viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

En ambos apartados, a) y b), se considerará un factor de potencia para el cálculo de $\cos f = 0,9$.

El cuadro de la página siguiente se tiene los resultados de los cálculos:

PORTAL	Nº VIV	POT VIV	MANCOMUNIDA D	FINCA	GARAJ	POT. TOTAL (kW)	SECCION	INTENSIDAD	LONGITU.	CAIDA TENSION (%)
1	18	9,2	0	23	23	211,6	240	338,2	10	0,21%
2	18	9,2	17	23	0	205,6	240	329,73	10	0,20%

Tabla 12. Resultado del cálculo realizado para la elección de los conductores

2.3.2 SOBREINTENSIDAD

Para la obtención de las secciones anteriores se ha tenido en cuenta que los conductores estarán protegidos por los fusibles existentes contra sobrecargas y cortocircuitos.

Para la adecuada protección de los cables contra **sobrecargas** mediante fusibles de la clase gG, se indica en el siguiente cuadro la intensidad nominal considerada por este motivo:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Tabla 13. Intensidad nominal del conductor elegido

Además, se ha tenido en cuenta la protección de los cables contra **cortocircuitos** que depende de la longitud de la línea que realmente protege, y que se indica en el siguiente cuadro en metros de la que se ha obtenido, finalmente, el calibre del fusible a utilizar.



Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

Tabla 14. Calibre del fusible a utilizar

(1) Calculadas con una impedancia a 90°C del conductor de fase y neutro

NOTA: Estas longitudes se han considerado partiendo del cuadro de BT del centro de transformación.



3 PLIEGO DE CONDICIONES



PLIEGO DE CONDICIONES

Basado en *MT-NEDIS 2.03.20 "Normas Particulares para las Instalaciones de Alta Tensión (< 30 kV) y Baja Tensión - Ejecución de las instalaciones"*

EJECUCIÓN Y RECEPCIÓN TÉCNICA DE LAS INSTALACIONES. MATERIALES

3.1 INTRODUCCIÓN

El presente Capítulo de las Normas Particulares de la Empresa IBERDROLA, para las Instalaciones de Alta y Baja Tensión, se refiere a la ejecución y recepción de las instalaciones de distribución, cuyo mantenimiento y explotación corresponderá a IBERDROLA, promovidas tanto directamente por la misma como por terceros.

Las obras de las mencionadas instalaciones deberán realizarse de acuerdo con las instrucciones que se desarrollan a continuación, con lo que se pretende conseguir unos acabados de obra suficientes para poder alcanzar la Calidad de Servicio establecidas en las instalaciones de distribución de IBERDROLA, e igualmente que las obras se realicen cumpliendo en todo momento las Normas de Seguridad en el Trabajo.

Con carácter general se hace constar que, durante la ejecución de la obra, la responsabilidad de la misma corresponderá a la persona física o jurídica adjudicataria de la obra a quien en lo sucesivo se llamará constructor, sin perjuicio de la que legalmente pueda corresponder al director de la obra.

Al finalizar estas pruebas se realizará la correspondiente recepción, que consiste en comprobar que las instalaciones realizadas tienen los niveles de calidad técnica exigidos en los Capítulos precedentes.

3.2 DISPOSICIONES QUE SE DEBEN CUMPLIR

En la ejecución de los trabajos se cumplirán todas las disposiciones oficiales vigentes en materia laboral, Seguridad Social, Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ordenanzas Municipales, Reglamentos de Organismos Oficiales, etc., incluidas las que pudieran promulgarse durante la ejecución de la obra.

Con independencia de estas disposiciones oficiales, se deberá cumplir la Normativa de IBERDROLA, en la que se recoge la anterior, así como las "Prescripciones de Seguridad y Primeros Auxilios", redactado por la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo para la industria eléctrica.

IBERDROLA podrá exigir en todo instante que se acrediten estos extremos de forma suficiente por el constructor.



3.3 DEFINICIONES

3.3.1 Material aceptado (elemento tipificado)

Es el definido en la Norma NI 00.08.00, y está incluido, por tanto, en el Anexo A de las NI correspondientes.

3.3.2 Material especificado

Es aquél cuyas características se definen en las normas de ejecución a las que remite el Capítulo IV de la presente Norma. A este tipo de materiales pertenecen, por ejemplo, los áridos, materiales cerámicos, etc.

3.3.3 Unidades compatibles

Grupo de actividades y/o elementos que por sus características comunes forman una unidad individualizada dentro del conjunto de cada instalación. Por ejemplo, el hormigonado de apoyos, el tendido de conductores, etc.

3.3.4 Obra vista

Es aquella parte de la instalación que, una vez terminada, no requiere ningún trabajo adicional para comprobar su adecuación a la norma correspondiente.

3.3.5 Obra oculta

Es aquella parte de la instalación que, una vez terminada, requiere trabajos adicionales, tales como calicatas.

3.3.6 Criterios de aceptación

Son los criterios que definen los niveles mínimos de calidad que deben superar los materiales y unidades construcción de las instalaciones. Estos criterios vienen fijados en los documentos normativos de recepción indicados más adelante.

3.3.7 Documento para la recepción

Es una certificación fechada y firmada por los representantes de IBERDROLA y del constructor, de la ACEPTACIÓN o RECHAZO de la instalación.



3.4 ORDENACIÓN DE LOS TRABAJOS DE EJECUCIÓN

- Las obras a ejecutar serán las indicadas en el correspondiente Proyecto, que deberá estar redactado de acuerdo con los Proyectos Tipo indicados en el Capítulo II de las Normas Particulares y con la conformidad de IBERDROLA.
- El constructor, una vez conocido el proyecto aprobado de la obra y antes de comenzar, hará un reconocimiento sobre el terreno comprobando la adecuación del proyecto a la obra real y que se dispone de todas las licencias y permisos necesarios, tanto de particulares como de Organismos Oficiales, para la realización de las instalaciones. Podrá proponer entonces las modificaciones que sean necesarias realizar para la adaptación del proyecto a la realidad.
- Antes de iniciar la obra, el constructor comunicará por escrito a IBERDROLA, el nombre del técnico responsable de la Dirección de Obra.
- Tanto IBERDROLA como el constructor podrán, durante la ejecución, señalar a la otra parte la conveniencia de realizar variaciones siempre que no alteren la esencia del Proyecto.
- IBERDROLA ejercerá en el transcurso de la obra, las acciones y revisiones pertinentes para las comprobaciones del mantenimiento de las calidades de obra establecidas; a estos efectos el constructor facilitará los medios necesarios para la realización de las pruebas correspondientes.

3.5 MATERIALES

Las obras se realizarán empleando material en perfecto estado de conservación, debiendo cumplir con lo especificado en el Capítulo III de las Normas Particulares: "Características de los materiales" y en las "Normas de Ejecución" complemento de este mismo Capítulo:

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

3.5.1 CALIDAD

Los materiales a instalar en la parte propiedad de IBERDROLA, tendrán la calificación de material aceptado para su instalación en estas redes. Para la calificación de un material como aceptado, se ha establecido un sistema que cumple la legislación vigente, exigiendo las certificaciones oficiales cuando existan, y para cubrir aquellos puntos que quedan abiertos o sin definir por la normativa y certificaciones oficiales (nacionales, comunitarias e internacionales) ha sido necesarios establecer, por parte de IBERDROLA, unas Normas Técnicas y modalidades de Aprovisionamientos. El sistema de calificación de IBERDROLA se basa fundamentalmente en los puntos siguientes:

- Cumplir con la Directiva 85/374/CEE de 25 de julio de 1985, sobre Responsabilidad Civil por los daños ocasionados por productos defectuosos, transpuesta a la legislación española por la ley 22/1994 de 6 de julio (BOE nº 161 de 7 de julio 1994). En el sistema de calificación se



recogen las recomendaciones de los consorcios aseguradores sobre medidas que deben establecerse para la correcta protección frente a consecuencias derivadas de la ley de Responsabilidad Civil.

- Cumplir con el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la seguridad Industrial (BOE 6 febrero 1996) - R.D. 2200/1995- 28 diciembre. Para ello, las actividades de calificación del producto se desarrollan siguiendo las directrices de este Reglamento.

- Exigir el Registro de Empresa según la ISO 9000 aplicable en cada caso, a través de una Entidad de Certificación. Con esta exigencia se verifica la capacidad de los medios organizativos y de producción para asegurar la calidad.

- Exigir al suministrador el cumplimiento de la legislación Medio Ambiental aplicable. En cuanto al producto, exigir cumpla en lo referente a materiales tóxicos y peligrosos, sus condiciones de explotación y achatarramiento.

- Las características específicas de las instalaciones de IBERDROLA. Estas instalaciones se diseñan para 40 años y para un funcionamiento de 24 horas al día, con un alto grado de Calidad de Servicio y una gran exposición al público.

Como solución a todo lo anterior se ha llegado a un sistema de calificación basado en la verificación de las características del Binomio PRODUCTO-SUMINISTRADOR que se especifica en la NI 00.08.00 "Calificación de suministradores y elementos tipificados". Se exceptúan de esta calificación aquellos materiales que, por su pequeña importancia, carecen de Normas UNE o Normas NI que los definan. Aquellos materiales propiedad del cliente, cuyo control y maniobra corresponden a IBERDROLA, deberán tener la calificación de material aceptado, según NI 00.08.00, para que se admita su instalación.

Los restantes materiales a utilizar en las instalaciones propiedad del cliente, deberán ajustarse a Normas nacionales (UNE), y su calidad certificada por la Entidad correspondiente (Marca de conformidad a Normas UNE), recomendándose el empleo de materiales aceptados por IBERDROLA, de forma que se unifiquen en lo posible las instalaciones que estén situadas dentro del ámbito de IBERDROLA.

3.5.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los materiales para las redes de 11, 13,2 y 15 kV, estarán previstos para su funcionamiento a 20 kV. En el caso de los transformadores, todos ellos estarán previstos para su funcionamiento a la tensión nominal primaria de 20 kV.

Los materiales para las redes de baja tensión corresponderán en conductores aislados, a las series de tensión normal de 0,6/1 kV; para el resto de materiales, sus características se indican en las normas correspondientes. Todos los materiales siderúrgicos serán como mínimo de acero AE-275-B s/UNE 36-080. Estarán galvanizados por inmersión en caliente para protegerlos de la oxidación y corrosión, según Norma NI 00.06.10 o será de naturaleza resistente a la corrosión.

Si la duración de la obra se alargase de tal forma que puedan producirse deterioros en los



materiales, el constructor tomará las precauciones necesarias para evitarlo.

El constructor instalará en la obra, y por su cuenta, los locales o almacenes precisos para asegurar la conservación de aquellos materiales que no deben permanecer a la intemperie, evitando así su destrucción o deterioro.

3.5.3 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LOS MATERIALES DE LA RED DE ALTA TENSIÓN. CABLES AISLADOS DE MEDIA TENSIÓN

1) Cables con aislamiento seco extruido (Redes subterráneas).

Cumplirán con lo indicado en las Normas NI 56.40.02 y NI 56.43.01.

2) Cables aislados con aislamiento seco extruido y cableados en haz para redes aéreas hasta 30 kV

Cumplirán lo indicado en la norma IBERDROLA NI 56.47.01.

3) Terminales y empalmes.

En alta tensión cumplirán con lo indicado en las Normas NI 56.80.02 y NI 72.83.00.

3.5.4 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LOS MATERIALES PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

1) Edificios

1.1) Edificios prefabricados. Los de tipo prefabricado cumplirán con lo indicado en las siguientes normas:

- Envolventes prefabricadas para Centros de Transformación Prefabricado Subterráneo NI 50.40.02

2) Transformadores

Todos los transformadores estarán previstos para su funcionamiento a su tensión nominal primaria. Serán trifásicos y dispondrán de neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural.

2.1) Transformadores. Sus características, tanto eléctricas como constructivas, estarán de acuerdo con las especificaciones contempladas en las normas NI 72.30.00, con dieléctrico de aceite mineral; NI 72.30.06, con dieléctrico de aceite de silicona, y NI 72.30.08 con dieléctrico seco extruido (encapsulados).



3) **Celdas prefabricadas**

Las celdas destinadas a centro de transformación, propiedad de IBERDROLA, serán de aislamiento en SF₆ y podrán ser extensibles o no extensibles, según lo indicado en la NI 50.42.11, y estarán destinadas a las funciones de línea o de protección. Las funciones de protección irán equipadas con fusibles limitadores de corriente asociados, especificados en la NI 75.06.31.

4) **Puentes de conexión**

Estarán formados por los siguientes elementos:

4.1) Cables de conexión en alta tensión (celda-transformador). Destinados a la conexión de las celdas prefabricadas de alta tensión con el transformador. Serán del tipo DHZ1 12/20 1x50 mm² Al, y cumplirán con lo especificado en la NI 56.40.02 .

4.2) Terminales de conexión en alta tensión (celda-transformador). Serán del tipo enchufables. Utilizados en las terminaciones de los cables indicados en el apartado 4.6.1 (para 200A), y cumplirán lo especificado en la NI 56.80.02.

3.5.5 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LOS MATERIALES PARA REDES DE BAJA TENSIÓN

1) Cables para redes subterráneas

Cumplirán con lo indicado en las normas NI 56.31.21 y NI 56.30.30.

2) Caja general de protección y medida y armarios de seccionamiento.

Cumplirán con lo especificado en las Normas NI 42.72.00, NI 76.50.01 y NI 76.50.04.

El material de la envolvente será aislante y autoextinguible y proporcionará un grado de protección mínimo IP 437.

3.5.6 NORMAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las instalaciones se realizarán de acuerdo con lo indicado en los apartados anteriores del presente Capítulo y las especificaciones contenidas en el correspondiente Manual Técnico:



3.6 MT-NEDIS

3.6.1 EJECUCIÓN DE INSTALACIONES. MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

Se prohíbe toda variación sobre el contenido del proyecto y sobre las prescripciones de este documento, salvo que el Director de Obra lo autorice expresamente por escrito.

La ejecución de los centros de transformación de tipo interior requiere el conocimiento de la normativa de Iberdrola referida a materiales (Norma NI), Proyectos Tipo (MT-NEDIS), otros documentos normativos MT-NEDIS de criterios de ejecución de puestas a tierra, etc. así como aquellas otras especificaciones que complementen a este tipo de instalación.

1) Inspección

En aquellas fases de la obra que se consideren significativas por parte de Iberdrola, el constructor está obligado a comunicar previamente la fecha de comienzo de las mismas.

Pueden considerarse como partes significativas de una obra, entre otros, los siguientes conceptos:

- Montaje del Edificio Prefabricado
- Montaje Celda
- Montaje Trafo
- Interconexión Celda-Trafo
- Instalación de puesta a tierra.
- Comprobación funcional de equipos y protecciones
- Planos

2) Materiales

Los materiales empleados en el montaje de este tipo de centros están especificados en los Proyectos Tipos recogidos en los MT-NEDIS 2.11.01, MT-NEDIS 2.11.02 y MT-NEDIS 2.11.03.

Además estos materiales están amparados en normas NI (normas Iberdrola).

Los fabricantes de los materiales estarán calificados por Iberdrola, figurando como tales en el Anexo 1 de Calificación adjunto a cada norma NI.

Cuando los materiales los aporte Iberdrola, éstos saldrán de sus almacenes en un estado tal que permita su función.

3) Procedimientos de ejecución

Son los factores constructivos que, divididos en diversos conceptos, hacen posible la ejecución del Centro de Transformación, según Anexo 1.



4) Identificaciones

A cada procedimiento de ejecución (Anexo 1) se ha asignado una identificación, al objeto de facilitar su correspondencia con el documento de RECEPCION indicado en el MT-NEDIS 2.13.31.

EJECUCION DE INSTALACIONES

Montaje de Centros de Transformación

IDENTIFICACION 1: GENERALIDADES

La construcción de los centros de transformación se realizará siguiendo el orden de ejecución que se prescribe en este Anexo 1, y procurando ceñirse a las fases de construcción que eviten pérdidas de tiempo y anomalías en la correcta funcionalidad de la ejecución de la obra.

Las pérdidas de materiales por extravío, robo, etc. serán por cuenta del constructor.

1.1 Medios

- 1** El constructor estará provisto de los útiles y herramientas apropiadas al fin a que se destinan.
- 2** El constructor dispondrá de los medios apropiados para conservar los materiales que van a ser instalados. Asimismo, las herramientas estarán debidamente calibrados y en buen estado de conservación y uso para ejecutar la obra.

1.2 Rechazo de materiales

- 1** El constructor está obligado a comprobar el buen estado de los materiales, antes de efectuar la operación del transporte, a partir del cual será responsabilidad del mismo toda deficiencia que aparezca en las diferentes fases de ejecución de la obra.
- 2** Se rechazarán todos los materiales que, en su transporte, acopio, montaje, o uso indebido, hayan sufrido daños. La valoración de estos daños será realizada por el Director de obra, el cual dictaminará la reposición o reparación de los materiales y que siempre serán por cuenta del constructor.

IDENTIFICACION 2: EDIFICIO PREFABRICADO

- 2.1** Los centros prefabricados constarán de todos los elementos previstos en sus normas NI correspondientes y su manejo se realizará con el procedimiento indicado por sus fabricantes.
- 2.2** Estarán dotados de todos los pernos de sujeción e izado correspondientes, que estarán apretados correctamente.
- 2.3** La situación del centro estará de acuerdo con las licencias de obra otorgadas, respetando las



alineaciones con las edificaciones existentes, las distancias a bordillo y cuantas indicaciones figuren expresamente en ellos.

2.4 El centro quedará nivelado y con la rasante de su piso interior 10 cm como mínimo más alta de la rasante de las aceras, jardines, etc. colindantes.

2.5 Cuando el terreno así lo requiera, o exista peligro de que la maleza obture las rejillas de ventilación o las puertas de acceso, se construirán aceras perimetrales de hormigón con una anchura no inferior a 1 m, bien en todo el perímetro del edificio, o bien enfrente de las rejillas de ventilación y puertas.

IDENTIFICACION 3. CELDAS

Tanto las celdas de línea como las celdas de protección del Transformador cumplirán con lo especificado en la NI 50.42.11 "Celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV, prefabricadas, con dieléctrico de SF6, para CT"

4.1 Las celdas corresponden en cuanto a sus funciones a lo especificado en el proyecto correspondiente.

4.2 Las celdas se situarán en los lugares y en el orden indicados en los planos del proyecto. Se colocarán adecuadamente sobre la solera del centro. Estarán alineados entre si (celdas extensibles), paralelas a los paramentos y perfectamente aplomadas.

IDENTIFICACION 4: TRANSFORMADORES

Los transformadores serán de refrigeración natural con dieléctrico líquido (aceite ó silicona) ó con aislamiento seco (encapsulado) y cumplirán con las normas NI 72.30.00 "Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión", NI 72.30.06 "Transformadores trifásicos sumergidos en aceite de silicona para distribución en baja tensión" y NI 72.30.08 "Transformadores trifásicos secos tipo encapsulado, para distribución en baja tensión"

5.1 Las potencias nominales de los transformadores serán las indicadas en el proyecto.

5.2 Las tensiones nominales primaria y secundaria del transformador serán las indicadas en el proyecto.

5.3 Las operaciones necesarias para el traslado del transformador hasta su posición definitiva, se realizará aplicando la tracción necesaria por medio de mecanismos apropiados (tracteres, polipastos, etc.)

La orientación de las ruedas se realizará elevando el transformador con gatos hidráulicos apropiados; se utilizarán barras de uña, barrones, etc., únicamente como medios auxiliares.

5.4 El transformador con dieléctrico de aceite mineral quedará instalado sobre el foso de recogida del aceite, sobre carriles normalizados, que no presenten ningún resalte sobre la obra de fábrica.



IDENTIFICACION 5: INTERCONEXION CELDA-TRAFO

La conexión eléctrica entre la celda de alta y el transformador de potencia se realizará con cable unipolar seco de 50 mm² de sección y del tipo HEPR-Z1, empleándose la tensión asignada del cable de 12/20 kV para tensiones asignadas de CT de hasta 24 kV.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados de conexión sencilla, siendo de 24 kV/200 A para CT de hasta 24 kV.

Las especificaciones técnicas de los cables están recogidas en la Norma NI 56.40.02 "Cables unipolares con conductores de aluminio y aislamiento seco y cubierta especial para redes de A.T. hasta 66 kV"

Las especificaciones técnicas de los terminales están recogidas en la Norma NI 72.83.00 "Conectores enchufables aislados hasta 36 kV"

6.1 El trazado de la interconexión será el más corto posible evitando los puentes de longitud excesiva.

6.2 Discurrirán por las canalizaciones previstas. En las subidas hacia las bornas de M.T. de los transformadores, estarán sujetos a los paramentos verticales con los herrajes definidos para tal fin en la norma NI 50.20.03 "Herrajes, puertas, tapas, rejillas y escaleras para centros de transformación"

IDENTIFICACION 8: INSTALACION DE PUESTA A TIERRA

8.1 Sistemas de Puesta a tierra (PaT)

Hay que distinguir entre la línea de tierra de la PaT de Protección y la línea de tierra de PaT de Servicio (neutro).

A la línea de tierra de PaT de Protección se deberán conectar los siguientes elementos:

- Cuba de transformador/res
- Envolvente metálica del cuadro B.T.
- Celda de alta tensión (en dos puntos)
- Pantalla del cable HEPR-Z1, extremos conexión transformador

A la línea de tierra de PaT de Servicio (neutro), se le conectará la salida del neutro del cuadro de B.T.

Las PaT de Protección y Servicio (neutro) se establecerán separadas, salvo cuando el potencial absoluto del electrodo adquiera un potencial menor o igual a 1.000 V, en cuyo caso se establecen tierras unidas.

8.2 Formas de los Electroodos.



El electrodo de PaT estará formado por un bucle enterrado horizontalmente alrededor de CT o una disposición lineal en el edificio de otros usos.

8.3 Materiales a utilizar

8.3.1 Línea de Tierra

- Línea de tierra de PaT de Protección.

Se empleará cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección, especificado en la NI 54.10.01 "Conductores desnudos de cobre para líneas aéreas y subestaciones de alta tensión".

- Línea de Tierra de PaT de Servicio.

Se empleará cable de cobre aislado de 50 mm² de sección, tipo DN-RA 0,6/1 kV, especificado en la NI 56.31.71 "Cable unipolar DN-RA con conductor de cobre para redes subterráneas de baja tensión 0,6/1 kV"

Cuando las PaT de Protección y Servicio (neutro) hayan de establecerse separadas, como ocurre la mayor parte de las veces, el aislamiento de la línea de tierra de la PaT del neutro deberá satisfacer el requisito establecido en el párrafo anterior, pero además cumplirán la distancia de separación establecida en las tablas 3,5 y 7 respectivamente del MT-NEDIS 2.11.01 "Proyecto tipo para Centro de Transformación de superficie" y en las zonas de cruce del cable de la línea de PaT de Servicio con el electrodo de PaT de protección deberán estar separadas una distancia mínima de 40 cm.

8.3.2 Electrodo de Puesta a Tierra

Por los motivos expuestos en el apartado 4.2 del MT-NEDIS 2.11.30 "Criterios de diseño de puestas a tierra de los centros de transformación", el material será de cobre.

Bucle

La sección del material empleado para la construcción de bucles será:

- Conductor de cobre, de 50 mm², según NI 54.10.01 "Conductores desnudos de cobre para líneas aéreas y subestaciones de alta tensión".

8.3.3 Piezas de conexión

Las conexiones se efectuarán empleando los elementos siguientes:

Conductor-Conductor

- Grapa de latón con tornillo de acero inoxidable, tipo GCP/C16, según NI 58.26.04 "Herrajes y accesorios para líneas aéreas de A.T."



8.3.4 Sistema de antitensión de paso y contacto (CH y SAT)

Cuando con la utilización de un electrodo normalizado, la tensión de paso y contacto resultante sea superior a la tensión de paso y contacto resultante sea superior a la tensión de paso y contacto admisible por el ser humano, es preciso recurrir al empleo de medidas adicionales de seguridad (denominadas CH y SAT), cuyo objetivo es garantizar que la tensión de paso y contacto admisible sea superior a las resultantes.

El CH es una capa de hormigón seco ($r_s=3000 \text{ Ohm.m}$) que se colocará como acera perimetral en todo el contorno del Centro de Transformación, con una anchura de 1,50 m y un espesor de 10 cm.

El SAT es un sistema de antitensión de paso y contacto que se aplicará sobre la capa de hormigón seco, anteriormente definida, en los casos indicados en las tablas 2, 4 y 6. El producto y su aplicación vienen especificados en la norma NI 09.09.01 "Sistema de antitensión de paso y contacto".

8.4 Ejecución de las Puestas a Tierra

Para acometer la tarea de seleccionar el electrodo de PaT es necesario el conocimiento del valor numérico de la resistividad del terreno, pues de ella dependerá tanto la resistencia de difusión a tierra como la distribución de potenciales en el terreno, y como consecuencia las tensiones de paso y contacto resultante en la instalación.

La realización e interpretación de las mediciones de la resistividad del terreno se especifican en el MT-NEDIS 2.03.10 "Realización e interpretación de puestas a tierra de los apoyos de líneas aéreas y de los centros de transformación". En dicho MT-NEDIS se recoge el protocolo de medidas de resistividad del terreno.

La configuración y disposición de cada tipo de centro, viene especificada en el MT-NEDIS 2.11.31 "Criterios de ejecución de puesta a tierra en los Centros de Transformación".

IDENTIFICACIÓN 9: COMPROBACION FUNCIONAL DE EQUIPOS Y PROTECCIONES

9.1 Se comprobará en las celdas que los mandos de interruptores seccionadores, seccionadores de p. a t.; y enclavamientos entre ellos y las tapas de los compartimentos de fusibles y cables son los correctos.

9.2 Se comprobará el correcto funcionamiento de los disparos de la celda de protección del transformador por temperatura del trafo y/o por nivel de agua en el centro, si los hubiera.

IDENTIFICACION 10: CARTOGRAFIA

10.1 Se comprobará que los planos se ajusten al montaje ejecutado, realizando las modificaciones necesarias en los planos del proyecto, de forma que tengan en cuenta variaciones



surgidas durante el montaje.

- 10.2** Los esquemas eléctricos reflejarán la situación final en que ha quedado el centro después de su montaje, con indicación de origen de las alimentaciones y el destino de la salida de los cables de M.T.

3.6.2 MT-NEDIS 2.33.25 EJECUCIÓN DE INSTALACIONES. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE ALTA TENSIÓN HASTA 30 KV.

EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES:

Para cada tipo de material, así como para cada UMO necesarios para la ejecución de las líneas subterráneas de AT hasta 30 kV, se le ha asignado una identificación, con el objeto de facilitar su correspondencia con los documentos de RECEPCIÓN, indicados en el MT-NEDIS 2.33.26.

Identif	Tipo de Material	Identif s.recep	Ejecución
1	Cables	1.1	Los cables instalados cumplirán lo especificado en el Capítulo IV de las Normas Particulares, estarán calificados como Material Aceptado y serán del tipo indicado en el proyecto.
		1.2	Su sección será la indicada en el proyecto de cada línea
2	Cinta de señalización	2.1	La cinta de señalización de la existencia de conductores eléctricos, tendrá la calificación de Material Aceptado.
3	Placa cubrecables	3.1	La placa cubrecables tendrá la calificación de Material Aceptado
4	Terminales	4.1	Cumplirán lo indicado en el Capítulo IV de las Normas Particulares, y estarán calificados como Material Aceptado
		4.2	Los terminales serán del tipo designado por el fabricante para la sección de los cables del proyecto de la red.
		4.3	Estarán de acuerdo con la naturaleza del aislamiento del cable.
		4.4	Serán de exterior o enchufables
5	Señales autoadhesivas	5.1	Las señales autoadhesivas tendrán la calificación de Material Aceptado
6	Empalmes	6.1	Cumplirán lo indicado en el Capítulo IV de las Normas Particulares, y estarán calificados como Material Aceptado



Identif	Tipo de Material	Identif s.recep	Ejecución
		6.2	Serán del tipo designado por el fabricante para la sección de los cables del proyecto.
		6.3	Estarán de acuerdo con la naturaleza del aislamiento de los cables a empalmar.
7	Cintas de identificación y abrazaderas de agrupación de cables	7.1	Las cintas de identificación y abrazaderas tendrán la calificación de Material Aceptado.
		7.2	Las cintas de identificación serán de color amarillo, marrón o verde. Las abrazaderas de agrupación de cables serán de material sintético y de color negro.
8	Arena	8.1	La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas. Si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente. (Tamiz 032 UNE)
		8.2	Se utilizará indistintamente de mina o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente; las dimensiones de los granos serán de 3 mm como máximo.
		8.3	Estará exenta de polvo, para lo cual no se utilizará arena con granos de dimensiones inferiores a 0,2 mm
9	Ladrillo para fábrica	9.1	Los ladrillos empleados para la ejecución de fábricas serán de ladrillo cocido y de dimensiones regulares, y a ser posible enteros.
10	Tubos termoplásticos	10.1	Los tubos serán de material termoplástico (libre de halógenos) de un diámetro de 160 mm, como mínimo.
		10.2	Los tubos tendrán la calificación de Material Aceptado
11	Hormigones	11.1	Los hormigones serán preferentemente prefabricados en planta y cumplirán las prescripciones de la Instrucción Española para la ejecución de las obras de hormigón EH 90. El hormigón a utilizar en los rellenos y asientos de los tubos, en su caso, será del tipo H125.
12	Puesta a tierra de pantalla	12.1	La puesta a tierra de las pantallas metálicas de los cables en los terminales se realizará con materiales calificados como Aceptados.
13	Arqueta prefabricada	13.1	Las arquetas prefabricadas tendrán la calificación de Material Aceptado.
14	Soporte terminales y pararrayos	14.1	Los soportes de los terminales y de los pararrayos tendrán la calificación de Material Aceptado
15	Conexiones metálicas	15.1	Las conexiones de los terminales a las instalaciones se realizarán utilizando Material Aceptado.



Identif	Tipo de Material	Identif s.recep	Ejecución
16	Puesta a tierra de soportes	16.1	La puesta a tierra de los soportes se realizará con Material Aceptado.
17	Soportes galería	17.1	Los soportes y piezas de sujeción de los cables en galería serán los normalizados por Iberdrola y tendrán la calificación de Material Aceptado.
18	Tornillería de conexión	18.1 18.2	La tornillería será de paso, diámetro y longitud indicada para cada terminal. Estarán protegidos contra la oxidación por una protección adecuada.
19	Loseta hidráulica	19.1	La loseta hidráulica empleada en la reposición de pavimentos será nueva y tendrá la textura y tonos del pavimento a reponer.
20	Asfaltos	20.1	Los pavimentos de las capas de rodadura en las calzadas serán de las mismas características de los existentes, en cuanto a clases, aglomerados en frío o caliente, etc. o tipo de cada uno de estos (cerrado, abierto...).
21	Marcos para arquetas	21.1	Los marcos para las arquetas, tendrán la calificación de Material Aceptado.
22	Tapas para arquetas	22.1	Las tapas para las arquetas, tendrán la calificación de Material Aceptado.
23	Excavación	23.1	El constructor, antes de empezar los trabajos de excavación en apertura de zanjas, hará un estudio de canalización, de acuerdo con las normas municipales. Determinará las protecciones precisas, tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc. Decidirá las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Todos los elementos de protección y señalización los tendrá dispuestos antes de dar comienzo a la obra. Las zanjas se abrirán en terrenos de dominio público, preferentemente bajo acera.
		23.2	En las zonas donde existan servicios de Iberdrola instalados con antelación a los del proyecto, las zanjas se abrirán sobre estos servicios, con objeto de que todos los de Iberdrola queden agrupados en la misma zanja.



Identif	Tipo de Material	Identif s.recep	Ejecución
		23.3	<p>Las dimensiones de las zanjas serán las definidas en los proyectos tipo a que hace referencia el Capítulo II de las Normas Particulares.</p> <p>En los casos especiales, debidamente justificados, en que la profundidad de la colocación de los conductores sea inferior al 60% de la indicada en el proyecto, se protegerán mediante tubos, conductos, chapas, etc., de adecuada resistencia mecánica.</p>
		23.4	<p>En los cruzamientos y paralelismos con otros servicios, se atenderá a lo dispuesto por los Organismos Oficiales, propietarios de los servicios a cruzar. En cualquier caso, las distancias a dichos servicios serán, como mínimo, de 25 cm.</p> <p>No se instalarán conducciones paralelas a otros servicios coincidentes en la misma proyección vertical. La separación entre los extremos de dichas proyecciones será mayor de 30 cm.</p>
23	Excavación	23.4	<p>En los casos excepcionales en que las distancias mínimas indicadas anteriormente no puedan guardarse, los conductores deberán colocarse en el interior de tubos de material incombustible de suficiente resistencia mecánica.</p>
		23.5	<p>La zanja se realizará lo más recta posible, manteniéndose paralela en toda su longitud a los bordillos de las aceras o a las fachadas de los edificios principales.</p>
		23.6	<p>En los trazados curvos, la zanja se realizará de forma que los radios de los conductores, una vez situados en sus posiciones definitivas, sean como mínimo 15 veces el diámetro del cable.</p>
		23.7	<p>Los cruces de las calzadas serán rectos, a ser posible perpendiculares al eje de las mismas.</p>
24	Retirada de tierras	24.1	<p>La tierra sobrante, así como los escombros del pavimento y firme se llevarán a escombrera o vertedero, debidamente autorizados con el canon de vertido correspondiente.</p>
25	Rellenos de zanjas con tierras, todo - uno, zahorras, o hormigón	25.1	<p>Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas en identif. 29, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación o de préstamo, según el caso, apisonada, debiendo realizarse los 25 primeros cm de forma manual. Sobre esta tongada se situará la cinta de atención al cable.</p>
		25.2	<p>El cierre de las zanjas se realizará por tongadas, cuyo espesor original sea inferior a 25 cm, compactándose inmediatamente cada una de ellas antes de proceder al vertido de la tongada siguiente. La compactación estará de acuerdo con el pliego de condiciones técnicas del municipio correspondiente.</p>



Identif	Tipo de Material	Identif s.recep	Ejecución
		25.3	En las zanjas realizadas en aceras o calzadas con base de hormigón, el relleno de la zanja con tierras compactas, no sobrepasará la cota inferior de las bases de hormigón.
		25.4	El material de aportación para el relleno de las zanjas tendrá elementos con un tamaño máximo de 10 cm, y su grado de humedad será el necesario para obtener la densidad exigida en las ordenanzas municipales, una vez compactado.
25	Rellenos de zanjas con tierras u hormigón	25.5	El relleno de zanjas en cruces se realizará con todo-uno o zahorras, o con hormigón H 125, hasta la cota inferior del firme
26	Asiento de cables con arena (tamiz 032 UNE)	26.1	En el fondo de las zanjas se preparará un lecho de arena de las características indicadas, de 10 cm de espesor, que ocupe todo su ancho.
		26.2	Una vez terminado el tendido, se extenderá sobre los cables colocados, una segunda capa de arena de 10 cm de espesor, como mínimo, que ocupe todo el ancho de la zanja.
27	Asientos de tubos con hormigón H125 o con arena	27.1	El número de tubos y su distribución en capas serán los indicados en el proyecto, y estarán hormigonados en toda su longitud, o con asiento de arena. Una vez instalados, los tubos no presentarán en su interior resaltes que impidan o dificulten el tendido de los conductores, realizándose las verificaciones oportunas (paso de testigo).
		27.2	Antes de la colocación de la capa inferior de los tubos, se extenderá una tongada de hormigón H125 o de arena, según el caso, y de 5 cm de espesor que ocupe todo el ancho de la zanja; su superficie deberá quedar nivelada y lo más lisa posible. Sobre esta tongada se colocarán todos los tubos, realizando los empalmes necesarios; los tubos quedarán alineados y no presentarán en su interior resaltes ni rugosidades.
		27.3	El conjunto de los tubos se cubrirá con hormigón H125 o de arena, según el caso, hasta una cota que rebese la superior de los tubos en, al menos, 10 cm, y que ocupe todo el ancho de las zanjas
28	Colocación cinta señalización	28.1	En las canalizaciones, salvo en los cruces en calzadas, se colocará una cinta de polietileno, con el anagrama de IBERDROLA. Se colocarán a lo largo de la canalización, en número y distribución, según lo indicado en el proyecto



Identif	Tipo de Material	Identif s.recep	Ejecución
29	Colocación protección mecánica	29.1	Sobre el asiento del cable en arena se colocará una protección mecánica de un tubo termoplástico de un diámetro de 160 mm o un tubo y una placa cubrecable, según el caso. Se colocará la protección mecánica a lo largo de la canalización en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.
30	Pavimentos: - levante pavimento y pavimentación - demoler pavimento y pavimentación - pavimentación - rotura y reposición de pavimentos - tela asfáltica - tierra-jardín	30.1	<p>En la rotura de pavimentos se tendrán en cuenta las disposiciones dadas por las entidades propietarias de los mismos.</p> <p>La rotura del pavimento con maza está prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, como con tajadera.</p> <p>En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales de posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose de forma que no sufran deterioro en el lugar que molesten menos a la circulación. El resto del material procedente del levantado del pavimento será retirado a vertedero.</p> <p>Los pavimentos serán repuestos con las normas y disposiciones dictadas por los organismos competentes o el propietario</p>
			<p>Para la reconstrucción de las soleras de hormigón de la acera, una vez concluido el relleno de las zanjas, se extenderá una tongada de hormigón con características H125, que ocupando todo el ancho de la zanja, llegue hasta la capa superior del firme primitivo; este nuevo firme tendrá el mismo espesor del primitivo, pero nunca inferior a 10 cm.</p> <p>En la reconstrucción de las bases de hormigón de las calzadas, se procederá del mismo modo que en las aceras, pero con espesores mínimos de 20 cm.</p> <p>Una vez transcurrido el plazo necesario para comprobar que el hormigón ha adquirido la resistencia suficiente, se procederá a la reconstrucción de los pavimentos o capas de rodadura.</p>



Identif	Tipo de Material	Identif s.recep	Ejecución
30	Pavimentos	30.2	<p>Para la reconstrucción de pavimentos de acera de cemento, se extenderá sobre la solera de hormigón un mortero de dosificación 175 kg ó 200 kg, en el que una vez alisado, se restablecerá el dibujo existente.</p> <p>Para la reconstrucción de los pavimentos de loseta hidráulica se extenderá sobre la solera de hormigón un mortero semiseco de dosificación 175 ó 200 kg, y una vez colocadas las losetas hidráulicas, se recargará, primero con agua, y luego con una lechada de cemento. En ningún caso se realizará la reconstrucción parcial de una loseta hidráulica. De darse tal necesidad, se comenzará por levantar, previamente, la parte precisa para que el proceso afecte a losetas hidráulicas completas.</p> <p>En la reconstrucción de capas de rodadura de empedrado sobre hormigón, se extenderá un mortero semiseco de 175 ó 200 kg de dosificación sobre la infraestructura de hormigón.</p> <p>Una vez colocado el adoquín, se regará primero con agua y luego con una lechada de cemento. El pavimento reconstruido se mantendrá cerrado al tránsito durante el plazo necesario para que adquiera la consistencia definitiva</p> <p>Para la reinstalación de bordillos, bien graníticos o prefabricados de hormigón, se colocarán siempre sentados sobre hormigón H125 y mortero de 175 kg ó 200 kg de dosificación. La solera de hormigón tendrá un espesor mínimo de 30 cm</p>
		30.3	<p>Para la reconstrucción de la capa de rodadura de aglomerado asfáltico o asfalto fundido, se levantará del pavimento existente, una faja adicional de 5 cm de anchura a ambos lados del firme de hormigón, cortado verticalmente.</p> <p>Una vez retirados los sobrantes producidos y limpia la totalidad de la superficie, se procederá a la extensión del nuevo material, que tendrá idénticas características que el existente, sobre la infraestructura de hormigón ya creada. Después de su compactación, el pavimento reconstruido se mantendrá cerrado al tránsito durante el plazo necesario para que adquiera la consistencia definitiva.</p>
30	Pavimentos	30.3	<p>La reconstrucción de pavimentos o capas de rodadura de tipo especial, tales como losas graníticas, asfalto fundido, loseta asfáltica, etc., se realizará adaptando las normas anteriores al caso concreto de que se trate.</p> <p>Una vez terminada la reposición de los pavimentos, éstos presentarán unas características homogéneas con los pavimentos existentes, tanto de materiales como de colores y texturas.</p>
		30.4	<p>La reposición de tierra-jardín, se realizará de acuerdo con las disposiciones dictadas por los Organismos Competentes o por el propietario.</p>



Identif	Tipo de Material	Identif s.recep	Ejecución
31	Colocación marco y tapa	31.1	En la cabeza de las arquetas registrables se colocarán los marcos y tapas indicadas en el proyecto, debidamente enrasados con el pavimento correspondiente.
		31.2	Los marcos se recibirán con mortero M250.
32	Colocación de arquetas y calas de tiro	32.1	En los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas se dispondrá preferentemente de calas de tiros y excepcionalmente de arquetas ciegas , arquetas de hormigón o ladrillo, de dimensiones necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea, como mínimo, 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90°, y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Las arquetas prefabricadas de hormigón se colocarán sobre el suelo acondicionado previamente, y debidamente niveladas.
		32.2	Los módulos estarán sellados por medio de juntas.
		32.3	Las arquetas "in situ" y sus suplementos, se ajustarán a lo indicado en el MT-NEDIS 2.03.21.
		32.4	Las arquetas ciegas se ajustarán a lo indicado en el MT-NEDIS 2.03.21
33	Perforaciones horizontales (topo)	33.1	Las perforaciones en horizontal por medios mecánicos mediante máquina especial adecuada, se realizarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
		33.2	El número de tubos y diámetro de estos será el indicado en el proyecto.
34	Perforaciones de muros (hormigón o mampostería)	34.1	La rotura de muros se realizará con maquinaria apropiada (compresor/martillo), colocando tubos rectos termoplásticos, separados entre sí 2 cm y sobre paredes del hueco abierto 5 cm, recibiendo los tubos con mortero M250
35	Colocación de tapón para tubo	35.1	En la boca de los tubos termoplásticos sin ocupación de cables se colocarán los tapones correspondientes, debidamente presionados en su posición tope.
36	Sellado de tubos	36.1	En los tubos termoplásticos que contengan cables o en los tubos que se considere necesario por su proximidad de tuberías de agua, saneamientos o similares, se taponarán sus bocas con espuma poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por Iberdrola. Se seguirá, en cualquier caso, las instrucciones dadas por el fabricante.



Identif	Tipo de Material	Identif s.recep	Ejecución
37	Encañado de líneas	37.1	Los tubos en las canalizaciones entubadas con o sin conductor, se repararán de acuerdo con el encañado de líneas indicado en el MT-NEDIS 2.03.21.
38	Tendido		<p>El transporte de bobinas de cable se realizará sobre camiones o remolques apropiados.</p> <p>Las bobinas estarán convenientemente calzadas y no podrán retener con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina sobre la capa exterior del cable enrollado.</p> <p>La carga y descarga se realizará suspendiendo la bobina por medio de una barra que pasen por el eje central de la bobina y con los medios de elevación adecuados a su peso. No se dejarán caer al suelo desde un camión o remolque.</p> <p>Los desplazamientos de las bobinas sobre el suelo, rodándolas, se realizarán en el sentido de rotación indicado generalmente con una flecha en la bobina, con el fin de evitar que se afloje el cable.</p>
38	Tendido	38.1	El tendido se realizará con los cables soportados por rodillos adecuados que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable, dispondrán además de una base que impida su vuelco y su garganta tendrá las dimensiones necesarias para que circule el cable sin que se salga o caiga. La distancia entre rodillos será tal que el cable, durante el tendido, no roce con la arena.
		38.2	En las curvas se colocarán los rodillos precisos para que el radio de curvatura de los cables no sea inferior a 20 veces su diámetro, de forma que soporten el empuje lateral de cable.
		38.3	Antes de empezar el tendido se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina. En caso de trazados con pendiente, suele ser conveniente tender cuesta abajo. Se procurará colocarla lo más alejada posible de los entubados. La bobina estará elevada y sujeta por medio de la barra y gatos apropiados. Tendrá un dispositivo de frenado eficaz. Su situación será tal que la salida de cable durante el tendido se realice por su parte superior.



Identif	Tipo de Material	Identif s.recep	Ejecución
		38.4	<p>Antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento las zanjás abiertas o en los interiores de los tubos, para comprobar que se encuentran sin piedra u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido, realizando las verificaciones oportunas (paso de testigo por los tubos) .</p> <p>Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre presente que el radio de curvatura del cable será superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 15 veces su diámetro, una vez instalado.</p> <p>Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. El cable se guiará por medio de una cuerda sujeta al extremo del mismo por una funda de malla metálica</p>
38	Tendido	38.5	También se puede tender mediante cabrestantes, tirando de la vena del cable, al que se habrá adosado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción igual o inferior a 2,4 daN/mm ² ó al indicado por el fabricante del cable.
		38.6	Los cabrestantes u otras máquinas que proporcionen la tracción necesaria para el tendido, estarán dotadas de dinamómetros apropiados.
		38.7	El tendido de los conductores se interrumpirá cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0°C, debido a la rigidez que a esas temperaturas toma el aislamiento.
		38.8	Los conductores se colocarán en su posición definitiva, tanto en las zanjás como en canales de obra o las galerías, siempre a mano, sin utilizar palancas u otros útiles; quedarán perfectamente alineados en las posiciones indicadas en el proyecto.
		38.9	Para identificar los cables unipolares se marcarán con cintas adhesivas de colores verde, amarillo y marrón, cada 1,5 m.
		38.10	Cada 10 m, como máximo, y sin coincidir con las cintas de señalización, se pondrán unas abrazaderas de material sintético de color negro que agrupen la terna de conductores y los mantenga unidos.
		38.11	En los entubados no se permitirá el paso de dos circuitos por el mismo tubo.



Identif	Tipo de Material	Identif s.recep	Ejecución
		38.12	<p>Cuando en una zanja coincidan líneas de distintas tensiones, se situarán en bandas horizontales a distinto nivel, de forma que en cada banda se agrupen los cables de igual tensión. La separación mínima entre cada dos bandas será de 25 cm. La separación entre dos cables multipolares dentro de una misma banda será de 10 cm, como mínimo.</p> <p>La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.</p>
38	Tendido	38.12	<p>Cuando se coloque por banda más de los circuitos indicados, se abrirá una zanja de anchura especial, teniendo siempre en cuenta las separaciones mínima de 10 cm entre líneas.</p> <p>No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina, y sus extremos protegidos convenientemente para asegurar su estanqueidad.</p>
		38.13	<p>Antes del tapado de los conductores con la segunda capa de arena, se comprobará que durante el tendido no se han producido erosiones en la cubierta</p>
39	Confección de terminales	39.1	<p>Se utilizarán los del tipo indicado en el proyecto, siguiendo para sus instalaciones las instrucciones y normas del fabricante, así como las reseñadas a continuación.</p> <p>En la ejecución de los terminales, se pondrá especial cuidado en limpiar escrupulosamente la parte del aislamiento de la que se ha quitado la capa semiconductora. Un residuo de barniz, cinta o papel semiconductor es un defecto grave.</p> <p>Los elementos que controlan el gradiente de campo serán los indicados por el fabricante y se realizarán con las técnicas y herramientas adecuadas.</p>
40	Colocación de señales autoadhesivas para la identificación de línea	40.1	<p>La colocación de las señales autoadhesivas se hará de acuerdo con los criterios establecidos en el MT-NEDIS 2.33.18</p>



Identif	Tipo de Material	Identif s.recep	Ejecución
41	Confección de empalmes	41.1	<p>La ejecución de los empalmes se realizará siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.</p> <p>En la ejecución de empalmes en cables, se tendrá especial cuidado en la curvatura de las fases, realizándola lentamente para dar tiempo al desplazamiento de cable y no sobrepasando en ningún punto el radio mínimo de curvatura.</p>
41	Confección de empalmes	41.1	<p>Se procurará, a ser posible, no efectuar ningún cruce de fases, y en el caso de ser indispensable, se extremarán las precauciones al hacer la curvatura</p> <p>Los manguitos para la unión de las cuerdas serán los indicados por Iberdrola, y su montaje se realizará con las técnicas y herramientas que indique el fabricante, teniendo la precaución de que durante la maniobra del montaje del manguito no se deteriore el aislamiento primario del conductor.</p>
42	Izado de cable en apoyo LA	42.1	Tanto el tubo de protección como el cable en su parte libre, irán sujetos al apoyo LA con horquillas o cepos indicadas en el proyecto.
		42.2	Con el objeto de no dañar la cubierta de los cables, en las horquillas se colocará un asiento de cinta de polícloropreno.
		42.3	El tubo de acero se conectará a tierra, a través del apoyo.
		42.4	El picado de la base de hormigón se realizará de forma uniforme.
		42.5	Se taponará el tubo de acero, con el correspondiente protector de cable.
43	Colocación de soporte de terminales y pararrayos en apoyo LA	43.1	Los herrajes de sujeción de los terminales, así como de los pararrayos correspondientes, se colocarán sujetos al apoyo a la distancia indicada en el proyecto.
44	Colocación de pararrayos en apoyo LA	44.1	La colocación y montaje de pararrayos, así como su conexión a tierra, se ajustará a lo indicado en el MT-NEDIS 2.33.20.
45	Colocación de soportes y palomillas en paredes (galerías o similares)	45.1	En galería, los cables estarán colocados al aire sobre palomillas ancladas en los paramentos a la distancia indicada en el proyecto.



Identif	Tipo de Material	Identif s.recep	Ejecución
45	Colocación de soportes y palomillas en paredes (galerías o similares)	45.2	Antes de proceder a la ejecución de los taladros para la sujeción de las palomillas, se comprobará la resistencia mecánica de las paredes; después se realizarán los taladros necesarios para colocar los pernos de anclaje; el material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo previsto.
		45.3	Se replanteará la situación de las palomillas para que éstas queden alineadas, paralelas y equidistantes de forma que, una vez colocados los cables, estén bien sujetos sin quedar forzados.
		45.4	Los obstáculos que presenten los otros servicios coincidentes en la galería se salvarán con especial cuidado, realizando los cambios de cota o dirección necesarios de forma gradual. Los cables se sujetarán a las palomillas mediante abrazaderas de plástico adecuadas a su sección para evitar los movimientos debidos a esfuerzos electrodinámicos, etc.
46	Pruebas eléctricas		Antes de ser conectado a la red, el cable se someterá a las verificaciones indicadas en el MT-NEDIS 2.33.15, para detectar los posibles daños producidos durante la manipulación del cable y accesorios.
		46.1	Se comprobará la continuidad y orden de fases.
		46.2	Se verificará la continuidad de la pantalla metálica.
		46.3	Se realizarán los ensayos dieléctricos de la cubierta y, en su caso, del aislamiento.
47	Toma de datos del trazado y cro-quización	47.1	Una vez terminada la obra, su situación en relación con las calles, aceras, edificaciones, etc., quedará reflejada en los croquis del trazado realizado según las indicaciones de Iberdrola.
47	Toma de datos del trazado y cro-quización	47.2	Se entregará a Iberdrola un plano de situación, a escala 1:500; 1:1000 ó 1:2000, con la traza de la línea incluyendo los datos necesarios para su localización e identificación de los servicios afectados. Preferentemente esta información será en soporte informático CAD o MICROSTATION

Tabla 14. Unidades de mano de obra (UMO)



3.6.3 MT-NEDIS 2.53.25 EJECUCIÓN DE INSTALACIONES. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

3.6.3.1 EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES:

Para cada tipo de material, así como para cada UMO necesarios para la ejecución de las líneas subterráneas de AT hasta 30 kV, se le ha asignado una identificación, con el objeto de facilitar su correspondencia con los documentos de RECEPCIÓN, indicados en el MT-NEDIS 2.33.26.

Materiales

1.- Cables

1.1.- Los cables instalados en las líneas cumplirán lo especificado en el Capítulo IV de las Normas Particulares (MT-NEDIS 2.03.20), estarán calificados como Material Aceptado y serán del tipo indicado en el proyecto.

1.2.- Su sección será la indicada en el proyecto de cada línea

2.- Cinta de señalización

2.1.- La cinta de señalización de la existencia de conductores eléctricos, tendrá la calificación de Material Aceptado.

3.- Placa cubrecables

3.1.- La placa cubrecables tendrá la calificación de Material Aceptado

4.- Caja general de protección CGP

4.1.- Las cajas generales de protección instaladas en las líneas subterráneas de BT cumplirán lo especificado en el Capítulo IV de las Normas Particulares (MT-NEDIS 2.03.20) y estarán calificados como Material Aceptado.

4.2.- Serán del tipo indicado en el proyecto

5.- Caja general de protección y medida (CPM) y cajas de seccionamiento

5.1.- Las cajas generales de protección y medida y cajas de seccionamiento, cumplirán lo especificado en el Capítulo IV de las Normas Particulares (MT-NEDIS 2.03.20) y estarán calificados como Material Aceptado.

5.2.- Serán del tipo indicado en el proyecto

6.- Conectores terminales bimetálicos

6.1.- Los conectores terminales colocados serán los adecuados a la naturaleza del cable y tendrán la calificación de Material Aceptado.

6.2.- Serán los indicados por el fabricante para el tipo y sección de los cables que se tiendan.

7.- Manguitos de Empalme

7.1.- Los manguitos de empalme a utilizar serán los adecuados a la naturaleza del cable y tendrán la calificación de Material Aceptado.



- 7.2.- Serán los indicados por el fabricante para el tipo y sección de los cables que se tiendan.
- 8.- Conectores de derivación
 - 8.1.- Las piezas de derivación serán las adecuadas a la naturaleza de los cables y tendrán la calificación de Material Aceptado.
 - 8.2.- Serán del tipo indicado por el fabricante para el tipo y sección de los cables principal y derivado.
- 9.- Accesorios de BT
 - 9.1.- Los accesorios de BT para la reconstrucción del aislamiento y cubierta, serán los adecuados a la naturaleza de los empalmes, derivaciones y terminales, y tendrán la calificación de Material aceptado.
 - 9.2.- Sus dimensiones serán las adecuadas a la sección de los conductores.
- 10.- Arena
 - 10.1.- La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas. Si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente. (Tamiz 032 UNE)
 - 10.2.- Se utilizará indistintamente de mina o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente; las dimensiones de los granos serán de 3 mm como máximo.
 - 10.3.- Estará exenta de polvo, para lo cual no se utilizará arena con granos de dimensiones inferiores a 0,2 mm.
- 11.- Ladrillo para fábrica
 - 11.1.- Los ladrillos empleados para la ejecución de fábricas serán de ladrillo cocido y de dimensiones regulares, y a ser posible enteros.
- 12.- Tubos termoplásticos
 - 12.1.- Los tubos serán de material termoplástico (libres de halógenos) de un diámetro de 160 mm.
 - 12.2.- Los tubos tendrán la calificación de Material Aceptado.
- 13.- Hormigones
 - 13.1.- Los hormigones serán preferentemente prefabricados en planta y cumplirán las prescripciones de la Instrucción Española para la ejecución de las obras de hormigón - EH90. El hormigón a utilizar en los asientos de los tubos será del tipo H125
- 14.- Arqueta prefabricada
 - 14.1.- Las arquetas prefabricadas tendrán la calificación de Material Aceptado.
- 15.- Marcos para arquetas
 - 15.1.- Los marcos para las arquetas, tendrán la calificación de Material Aceptado.
- 16.- Tapas para arquetas
 - 16.1.- Las tapas para las arquetas, tendrán la calificación de Material Aceptado.
- 17.- Tornillería de conexión



- 17.1.- La tornillería será de paso, diámetro y longitud indicada para cada terminal.
- 17.2.- Estarán protegidos contra la oxidación por una protección adecuada.
- 18.- Loseta hidráulica
 - 18.1.- La loseta hidráulica empleada en la reposición de pavimentos será nueva y tendrá la textura y tonos del pavimento a reponer.
- 19.- Asfaltos
 - 19.1.- Los pavimentos de las capas de rodadura en las calzadas serán de las mismas características de los existentes, en cuanto a clases, aglomerados en frío o caliente, etc. o tipo de cada uno de estos (cerrado, abierto...).
- 20.- Cintas de identificación y abrazaderas de agrupación de cables
 - 20.1.- Las cintas de identificación y abrazaderas tendrán la calificación de Material Aceptado.
 - 20.2.- Las cintas de identificación serán de color verde, amarillo o marrón, para las fases, y gris para el neutro. Las abrazaderas de agrupación de cables serán de material sintético y de color negro.
- 21.- Protector de fundición para tubo recto termoplástico
 - 21.1.- La protección de fundición tendrá la calificación de Material Aceptado.
- 22.- Circuito de puesta a tierra
 - 22.1.- Los conductores, la pica bimetálica, la pieza de conexión, manguito de derivación, manguito termorretráctil o cinta antihumedad, estarán calificados como Material Aceptado y serán del tipo indicado en el proyecto.
 - 22.2.- El circuito de tierra estará constituido por cable de cobre aislado DN-RA 1x50 Cu o desnudo C50.
- 23.- Señales autoadhesivas
 - 23.1.- Las señales autoadhesivas para identificación de líneas de BT tendrán la calificación de Material Aceptado

3.6.3.2 Unidades de mano de obra (UMO)

- 24.- Excavación
 - 24.1.- El constructor, antes de empezar los trabajos de excavación en apertura de zanjas, hará un estudio de canalización, de acuerdo con las normas municipales. Determinará las protecciones precisas, tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc. Decidirá las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Todos los elementos de protección y señalización los tendrá dispuestos antes de dar comienzo a la obra. Las zanjas se abrirán en terrenos de dominio público, preferentemente bajo acera.
 - 24.2.- En las zonas donde existan servicios de Iberdrola instalados con antelación a los del proyecto, las zanjas de abrirán sobre estos servicios, con objeto de que todos queden agrupados en la misma zanja.
 - 24.3.- Las dimensiones de las zanjas serán las definidas en los proyectos tipo a que hace



referencia el Capítulo II de las Normas Particulares. En los casos especiales, debidamente justificados, en que la profundidad de la colocación de los conductores sea inferior al 60% de la indicada en el proyecto, se protegerán mediante tubos, conductos, chapas, etc., de adecuada resistencia mecánica.

- 24.4.- En los cruzamientos y paralelismos con otros servicios, se atenderá a lo dispuesto por los Organismos Oficiales, propietarios de los servicios a cruzar. En cualquier caso, las distancias a dichos servicios serán, como mínimo 25 cm. No se instalarán conducciones paralelas a otros servicios coincidentes en la misma proyección vertical. La separación entre los extremos de dichas proyecciones será mayor de 30 cm. En los casos excepcionales en que las distancias mínimas indicadas anteriormente no puedan guardarse, los conductores deberán colocarse en el interior de tubos de material incombustible de suficiente resistencia mecánica.
- 24.5.- La zanja se realizará lo más recta posible, manteniéndose paralela en toda su longitud a los bordillos de las aceras o a las fachadas de los edificios principales.
- 24.6.- En los trazados curvos, la zanja se realizará de forma que los radios de los conductores, una vez situados en sus posiciones definitivas, sean como mínimo 10 veces el diámetro del cable
- 24.7.- Los cruces de las calzadas serán rectos, a ser posible perpendiculares al eje de las mismas.
- 25.- Retirada de tierras
- 25.1.- La tierra sobrante, así como los escombros del pavimento y firme se llevarán a escombrera o vertedero, debidamente autorizados con el canon de vertido correspondiente.
- 26.- Rellenos de zanjas con tierras, todo-uno , zahorras u hormigón
- 26.1.- Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas en identif. 29, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación o de préstamo, según el caso , apisonada, debiendo realizarse los 25 primeros cm de forma manual. Sobre esta tongada se situará la cinta de atención al cable.
- 26.2.- El cierre de las zanjas se realizará por tongadas, cuyo espesor original sea inferior a 25 cm, compactándose inmediatamente cada una de ellas antes de proceder al vertido de la tongada siguiente. La compactación estará de acuerdo con el pliego de condiciones técnicas del municipio correspondiente.
- 26.3.- En las zanjas realizadas en aceras o calzadas con base de hormigón, el relleno de la zanja con tierras compactas, no sobrepasará la cota inferior de las bases de hormigón.
- 26.4.- El material de aportación para el relleno de las zanjas tendrá elementos con un tamaño máximo de 10 cm, y su grado de humedad será el necesario para obtener la densidad exigida en las ordenanzas municipales, una vez compactado.
- 26.5.- El relleno de zanjas en cruce se realizará con todo-uno o zahorras o con hormigón H 125, hasta la cota inferior del firme.
- 27.- Asiento de cables con arena (tamiz 032 UNE)
- 27.1.- En el fondo de las zanjas se preparará un lecho de arena de las características indicadas, de 10 cm de espesor, que ocupe todo su ancho.
- 27.2.- Una vez terminado el tendido, se extenderá sobre los cables colocados, una segunda capa



de arena de 10 cm de espesor que ocupe todo el ancho de la zanja.

28.- Asientos de tubos con hormigón H125

28.1.- El número de tubos y su distribución en capas serán los indicados en el proyecto, y estarán hormigonados en toda su longitud, o con asiento de arena. Una vez instalados, los tubos no presentarán en su interior resaltes que impidan o dificulten el tendido de los conductores, realizando las verificaciones oportunas (paso de testigo). Antes de la colocación de la capa inferior de los tubos, se extenderá una tongada de hormigón H125 o un lecho de arena, según el caso, y de 5 cm de espesor que ocupe todo el ancho de la zanja; su superficie deberá quedar nivelada y lo más lisa posible.

28.2.- Sobre esta tongada o lecho se colocarán todos los tubos, realizando los empalmes necesarios; los tubos quedarán alineados y no presentarán en su interior resaltes ni rugosidades.

28.3.- El conjunto de los tubos se cubrirá con hormigón H125 o de arena, según el caso, hasta una cota que rebase la superior de los tubos en, al menos, 10 cm, y que ocupe todo el ancho de las zanjas

29.- Colocación protección mecánica

29.1.- Sobre el asiento del cable en arena se colocará una protección mecánica de un tubo termoplástico de un diámetro de 160 mm , o un tubo y una placa cubrecable, según el caso . Se colocará la protección mecánica a lo largo de la canalización en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.

30.- Colocación cinta señalización

30.1.- En las canalizaciones, salvo en los cruces en calzadas, se colocará una cinta de polietileno, con el anagrama de IBERDROLA. Se colocarán a lo largo de la canalización, en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.

31.- Pavimentos

31.1.- En la rotura de pavimentos se tendrán en cuenta las disposiciones dadas por las entidades propietarias de los mismos. La rotura del pavimento con maza (almádena) está prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, como con tajadera. En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales de posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose de forma que no sufran deterioro en el lugar que molesten menos a la circulación. El resto del material procedente del levantado del pavimento será retirado a vertedero. Los pavimentos serán repuestos con las normas y disposiciones dictadas por los organismos competentes o el propietario.

31.2.- Para la reconstrucción de las placas de hormigón de la acera, una vez concluido el relleno de las zanjas, se extenderá una tongada de hormigón con características H125, que ocupando todo el ancho de la zanja, llegue hasta la capa superior del firme primitivo; este nuevo firme tendrá el mismo espesor del primitivo, pero nunca inferior a 10 cm. En la reconstrucción de las placas de hormigón de las calzadas, se procederá del mismo modo que en las aceras, pero con espesores mínimos de 20 cm. Una vez transcurrido el plazo necesario para comprobar que el hormigón ha adquirido la resistencia suficiente, se procederá a la reconstrucción de los pavimentos o capas de rodadura. Para la reconstrucción de pavimentos



de acera de cemento, se extenderá sobre la solera de hormigón un mortero de dosificación 175 kg ó 200 kg, en el que, una vez alisado, se restablecerá el dibujo existente. Para la reconstrucción de los pavimentos de loseta hidráulica se extenderá sobre la solera de hormigón un mortero semiseco de dosificación 175 ó 200 kg, y una vez colocadas las losetas hidráulicas, se recargará, primero con agua, y luego con una lechada de cemento. En ningún caso se realizará la reconstrucción parcial de una loseta hidráulica. De darse tal necesidad, se comenzará por levantar, previamente, la parte precisa para que el proceso afecte a losetas hidráulicas completas. En la reconstrucción de capas de rodadura de empedrado sobre hormigón, se extenderá un mortero semiseco de 175 ó 200 kg de dosificación sobre la infraestructura de hormigón. Una vez colocado el adoquín, se regará primero con agua y luego con una lechada de cemento. El pavimento reconstruido se mantendrá cerrado al tránsito durante el plazo necesario para que adquiera la consistencia definitiva. Para la reinstalación de bordillos, bien graníticos o prefabricados de hormigón, se colocarán siempre sentados sobre hormigón H125 y mortero de 175 kg ó 200 kg de dosificación. La solera de hormigón tendrá un espesor mínimo de 20 cm.

31.3.- Para la reconstrucción de la capa de rodadura de aglomerado asfáltico o asfalto fundido, se levantará del pavimento existente, una faja adicional de 5 cm de anchura a ambos lados del firme de hormigón, cortado verticalmente. Una vez retirados los sobrantes producidos y limpia la totalidad de la superficie, se procederá a la extensión del nuevo material, que tendrá idénticas características que el existente, sobre la infraestructura de hormigón ya creada. Después de su compactación, el pavimento reconstruido se mantendrá cerrado al tránsito durante el plazo necesario para que adquiera la consistencia definitiva. La reconstrucción de pavimentos o capas de rodadura de tipo especial, tales como losas graníticas, asfalto fundido, loseta asfáltica, etc., se realizará adaptando las normas anteriores al caso concreto de que se trate. Una vez terminada la reposición de los pavimentos, éstos presentarán unas características homogéneas con los pavimentos existentes, tanto de materiales como de colores y texturas.

31.4.- La reposición de tierra-jardín, se realizará de acuerdo con las disposiciones dictadas por los Organismos Competentes o por el propietario.

32.- Colocación marco y tapa

32.1.- En la cabeza de las arquetas se colocarán los marcos y tapas indicadas en el proyecto, debidamente enrasados con el pavimento correspondiente.

32.2.- Los marcos se recibirán con mortero M250.

33.- Colocación de arquetas y calas de tiro

33.1.- En los cambios de dirección se construirán preferentemente calas de tiro y excepcionalmente de arquetas ciegas, registrables de hormigón o ladrillo, de dimensiones necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea, como mínimo, 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90°, y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Las arquetas prefabricadas de hormigón se colocarán sobre el acondicionado del suelo previo, debidamente niveladas.

33.2.- Los módulos estarán sellados por medio de juntas.

33.3.- Las arquetas "in situ" se ajustarán a lo indicado en el MT-NEDIS 2.03.21.



33.4.- Las arquetas no registrables (ciegas) se ajustarán a lo indicado en el MT-NEDIS 2.03.21.

34.- Perforaciones horizontales (topo)

34.1.- Las perforaciones en horizontal por medios mecánicos mediante máquina especial adecuada, se realizarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

34.2.- El número de tubos y diámetro de estos será el indicado en el proyecto.

35.- Perforaciones de muros (hormigón o mampostería)

35.1.- La rotura de muros se realizará con maquinaria apropiada (compresor/martillo), colocando tubos rectos termoplásticos, separados entre sí 2 cm y sobre paredes del hueco abierto 5 cm, recibiendo los tubos con mortero M250

36.- Adosar tubo recto termoplástico en paredes

36.1.- Los tubos rígidos termoplásticos (libres de halógenos) de 90 Ø, se adosarán a las paredes siguiendo las instrucciones indicadas en el MT-NEDIS 2.03.21, sujetos por abrazaderas u horquillas y tacos.

37.- Colocación de tapón para tubo

37.1.- En la boca de los tubos termoplásticos sin ocupación de cables se colocarán los tapones correspondientes, debidamente presionados en su posición tope.

38.- Colocación de protector de fundición

38.1.- En los tubos de identif, que por su ubicación podrían estar expuestos a fuertes golpes mecánicos, se colocará un protector de fundición sujeto a la pared mediante tacos.

39.- Sellado de tubos

39.1.- En los tubos termoplásticos que contengan cables o en los tubos que se considere necesario por su proximidad de tuberías de agua, saneamientos o similares, se taponarán sus bocas con espuma poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por Iberdrola. Se seguirá, en cualquier caso, las instrucciones dadas por el fabricante.

40.- Encañado de líneas

40.1.- Los tubos en las canalizaciones entubadas con o sin conductor, se repararán de acuerdo con el encañado de líneas indicado en el MT-NEDIS 2.03.21.

41.- Tendido

El transporte de bobinas de cable se realizará sobre camiones o remolques apropiados. Las bobinas estarán convenientemente calzadas y no se podrán retener con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina sobre la capa exterior del cable enrollado. La carga y descarga se realizará suspendiendo la bobina por medio de una barra que pasen por el eje central de la bobina y con los medios de elevación adecuados a su peso. No se dejarán caer al suelo desde un camión o remolque. Los desplazamientos de las bobinas sobre el suelo, rodándolas, se realizarán en el sentido de rotación indicado generalmente con una flecha en la bobina, con el fin de evitar que se afloje el cable.

41.1.- Antes de empezar el tendido se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina. En caso de trazados con pendiente, suele ser conveniente tender cuesta abajo. Se procurará colocarla lo más alejada posible de los entubados. La bobina estará elevada y sujeta por



medio de la barra y gatos apropiados. Tendrá un dispositivo de frenado eficaz. Su situación será tal que la salida de cable durante el tendido se realice por su parte superior.

- 41.2.- Antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento las zanjas abiertas o en los interiores de los tubos, para comprobar que se encuentran sin piedra u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido, realizando las verificaciones oportunas (paso de testigo por los tubos). Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre presente que el radio de curvatura del cable será superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro, una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. El cable se guiará por medio de una cuerda sujeta al extremo del mismo por una funda de malla metálica. También se puede tender mediante cabrestantes, tirando de la vena del cable, al que se habrá adosado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción igual o inferior a $2,4 \text{ daN/mm}^2$ ó al indicado por el fabricante del cable. Los cabrestantes u otras máquinas que proporcionen la tracción necesaria para el tendido, estarán dotadas de dinamómetros apropiados.

- 41.3.- También se puede tender mediante cabrestantes, tirando de la vena del cable, al que se habrá adosado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción igual o inferior a $2,4 \text{ daN/mm}^2$ ó al indicado por el fabricante del cable.
- 41.4.- Los cabrestantes u otras máquinas que proporcionen la tracción necesaria para el tendido, estarán dotadas de dinamómetros apropiados. El tendido de los conductores se interrumpirá cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0°C , por la rigidez que toma el aislamiento a esa temperatura.
- 41.5.- El tendido de los conductores se interrumpirá cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0°C , por la rigidez que toma el aislamiento a esa temperatura.
- 41.6.- Los conductores se colocarán en su posición definitiva, tanto en las zanjas como en canales de obra, las galerías, siempre a mano, sin utilizar palancas u otros útiles; quedarán perfectamente alineados en las posiciones indicadas en el proyecto.
- 41.7.- Para identificar los cables unipolares se marcarán con cintas adhesivas de colores verdes, amarillo, marrón y gris, cada 1,5 m.
- 41.8.- Cada 10 m, como máximo, y sin coincidir con las cintas de señalización, se pondrán unas abrazaderas de material sintético, de color negro que agrupen a los conductores y los mantenga unidos.
- 41.9.- En los tubos no se permitirá el paso de dos circuitos por el mismo tubo.
- 41.10.- Cuando en una zanja coincidan líneas de distintas tensiones, se situarán en bandas horizontales a distinto nivel, de forma que en cada banda se agrupen los cables de igual tensión. La separación mínima entre cada dos bandas será de 10 cm. La separación entre dos cables de BT dentro de una misma banda será de 7 cm, como mínimo. La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión. Cuando se coloque por banda más de los circuitos indicados, se abrirá una zanja de anchura especial, teniendo siempre en cuenta las separaciones mínima de 7 cm entre líneas de BT.



- 41.11.- No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta con sus extremos protegidos convenientemente para asegurar su estanqueidad.
- 41.12.- No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina.
- 41.13.- Antes del tapado de los conductores con la segunda capa de arena, se comprobará que durante el tendido no se han producido erosiones en la cubierta del cable.
- 42.- Colocación y conexión de las cajas generales de protección (CGP) o cajas de protección y medida (CPM).
- 42.1.- Las CGP o CPM se colocarán lo más próxima posible a la red de distribución, y en terreno propiedad del cliente, tal como se indica en el Capítulo I de las Normas Particulares (MT-NEDIS 2.03.20).
- 42.2.- El hueco necesario para alojar las CGP estará acondicionado interiormente con sus parámetros enlucidos y sus dimensiones serán las indicadas en los planos. Irá dotado de una puerta con candado o cerradura normalizada por Iberdrola.
- 42.3.- La entrada de los cables se realizará a través de tubos termoplásticos, salvo los tubos de entrada a los huecos del apartado anterior, que atraviesen sitios accesibles, tales como aristas inferiores de sótanos o garajes, en cuyo caso serán de acero con suficiente rigidez mecánica, para evitar su aplastamiento.
- 42.4.- La CGP estará sujeta mediante pernos roscados a tacos antigiratorios anclados a la pared, de forma que su sujeción sea firme y segura.
- 42.5.- La CPM que alimente a dos clientes situados en parcelas colindantes, se colocará en la medianería entre ambas, de forma que las derivaciones individuales a cada uno de ellos discurra por su propiedad.
- 42.6.- Las dimensiones de las fundaciones para las CPM serán las indicadas en los planos del proyecto, respetándose las cotas de empotramiento en el terreno de la fundación y la altura sobre las aceras de los armarios, según sean éstos de medida o de seccionamiento y medida. Las fundaciones de las CPM podrán ser de hormigón prefabricado o de ladrillo macizo.
- 42.7.- Estarán dotadas de casquillos metálicos apropiados, a los que atornillarán los pernos de anclaje de los armarios asegurando su sujeción firme. Las CPM quedarán, una vez instaladas, alineadas con los cerramientos de las parcelas o con las fachadas de las edificaciones. Las fundaciones se montarán de forma que, una vez instalados sobre ellas las cajas, éstas queden perfectamente aplomadas.
- 42.8.- Los cables de la acometida estarán señalizados con los colores indicados en la identificación 20.2. Las cintas de identificación se colocarán de forma que no oculten la zona de conexión al borne correspondiente de la CGP o CPM. Su situación en la CGP será (mirando la caja de frente) a la izquierda, el conductor neutro de color gris y a continuación las fases verde, amarillo y marrón.
- 42.9.- El neutro de todas las cajas se pondrá a tierra, por medio de un cable aislado o desnudo de 50 mm² de Cu conexasiónado a una pica bimetálica, por medio de una pieza de conexión y sellado con cinta antihumedad.
- 43.- Confeccionar terminación línea subterránea enlace con LA



- 43.1.- Se colocará un tubo termoplástico (libre de halógenos) de \varnothing 90 mm, por medio de horquillas o cepos indicado en el proyecto.
- 43.2.- El anclaje será adecuado al tipo de pared
- 43.3.- Se taponará el tubo por medio del correspondiente capuchón de salida de cables, de tal forma que quede perfectamente colocado al tubo, y que las salidas del capuchón se ajusten a los cables de enlace con la LA.
- 43.4.- La línea quedará debidamente señalizada por medio de las señales autoadhesivas, según identificación nº 23, y las fases se identificarán con cintas de colores.
- 43.5.- El neutro del enlace se pondrá a tierra, en aquellas instalaciones indicadas en el proyecto, por medio de un cable aislado de 50 mm² de Cu conexasiónado a una pica bimetálica por medio de una pieza de conexión, debidamente sellada por medio de cintas de antihumedad y manguito termorretráctil. El montaje de las conexiones y sellados se realizará siguiendo las instrucciones del fabricante o, en su defecto, las indicadas por Iberdrola.
- 44.- Confeccionar puesta a tierra en instalación existente.
- 44.1.- Se ajustará a lo indicado en el punto de identificación 43.5.
- 45.- Confección conector terminal bimetálico por punzonado profundo escalonado.
- 45.1.- Los terminales serán colocados en los conductores para su conexión a los cuadros y cajas (CGP y CS), serán de características adecuadas a la sección y naturaleza de los cables.
- 45.2.- Estarán firmemente sujetos a las cuerdas de los conductores, utilizando las técnicas indicadas por su fabricante, tanto para la limpieza del aluminio como para la ejecución de los punzonados necesarios para su sujeción.
- 45.3.- Las prensas hidráulicas necesarias para realizar los punzonados profundos de los terminales sobre los conductores, serán los recomendados por los fabricantes de los terminales, y estarán dotadas de las matrices cerradas adecuadas al tipo de terminal.
- 45.4.- Estarán convenientemente apretados con un par de apriete, igual al recomendado por el fabricante de los terminales.
- 45.5.- Los terminales estarán señalizados con los colores de identificación. Las cintas de identificación se colocarán de forma que no oculten las entalladuras de los terminales para permitir la comprobación de la correcta ejecución de la compresión.
- 45.6.- La cubierta de los conductores se reconstruirá, en su caso, con los materiales termorretráctiles correspondientes.
- 46.- Confección empalme por punzonado o conector de derivación por compresión.
- 46.1.- El montaje de los empalmes y derivaciones se realizará siguiendo las instrucciones y normas del fabricante o, en su defecto, las indicadas por Iberdrola.
- 46.2.- Las piezas de conexión serán exclusivamente los indicados por el fabricante, y su montaje se realizará con las técnicas y herramientas que indique.
- 46.3.- El aislamiento y cubierta de los conductores se reconstruirá con los accesorios aislantes de BT correspondientes.
- 47.- Colocación de señales autoadhesivas para la identificación de línea



47.1.- La colocación de las señales autoadhesivas se hará de acuerdo con los criterios incluidos en el MT-NEDIS 2.33.18.

48.- Toma de datos del trazado y croquización

48.1.- Una vez terminada la obra, su situación en relación con las calles, aceras, edificaciones, etc., quedará reflejada en los croquis del trazado realizado según las indicaciones de Iberdrola.

48.2.- Se entregará a Iberdrola un plano de situación, a escala 1:500, 1:1000 ó 1:2000, con traza de la línea, incluyendo los datos necesarios para la localización e identificación de los servicios afectados. Preferentemente esta información será en soporte informático CAD o MICROSTATION.

3.6.3.3 CALIFICACIÓN DE CONTRATISTA

Con carácter general, se recomienda que el instalador encargado de la ejecución de las instalaciones que vayan a pasar a propiedad de IBERDROLA sea previamente calificado por esta, siguiendo las directrices establecidas en la NI 00.08.03 "Calificación de Suministradores de obras y servicios tipificados".

Esta recomendación se fundamentará en la necesidad de garantizar que las empresas calificadas reúnen los requisitos establecidos en la LEY del Sector Eléctrico, capítulo II artº 51 "Normas técnicas y de seguridad de las instalaciones eléctricas", con objeto de conseguir la necesaria normalización y un aumento progresivo de la calidad y seguridad de las instalaciones.



4 ANEXO 1



PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES.

Se indican con carácter general los posibles riesgos existentes en la construcción, mantenimiento, pruebas, puesta en servicio de instalaciones, retirada, desmontaje o desguace de instalaciones y las medidas preventivas y de protección a adoptar para eliminarlos o minimizarlos.

NOTA.- Cuando alguna anotación sea específica de mantenimiento, retirada y desmontaje o desguace de instalaciones, se incluirá dentro de paréntesis, sin perjuicio de que las demás medidas indicadas sean de aplicación.

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protección
1. Pruebas y puesta en servicio. (Desconexión y/o protección el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones).	<ul style="list-style-type: none"> * Golpes. * Heridas. * Caídas de objetos. * Atropamientos. * Contacto eléctrico directo e indirecto en A.T. y B.T. Arco eléctrico en A.T. y B.T. Elementos candentes y quemaduras. 	<ul style="list-style-type: none"> * Mantenimiento equipos y utilización de equipos. * Utilización de EPI's. * Adecuación de cargas. * Control de maniobras. Vigilancia continuada. Utilización de EPI's.

Tabla 15. Pruebas de las instalaciones



5 ANEXO 2



LÍNEAS SUBTERRÁNEAS.

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Acopio, carga y descarga. (Acopio carga y descarga de material recuperado y chatarras)..	<ul style="list-style-type: none"> * Golpes. * Heridas. * Caídas de objetos. * Atrapamientos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Mantenimiento equipos. * Utilización de EPI`s. * Adecuación de cargas. * Control de maniobras. Vigilancia continuada. Utilización de EPI`s.
2. Excavación, hormigonado y obras auxiliares.	<ul style="list-style-type: none"> * Caídas al mismo nivel. * Caídas a diferente nivel. * Exposición al gas natural. * Caídas de objetos. * Desprendimientos. * Golpes y heridas. * Oculares, cuerpos extraños. * Riesgos a terceros. * Sobreesfuerzos. * Atrapamientos. * Eléctrico. 	<ul style="list-style-type: none"> * Orden y limpieza. * Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente. * Identificación de canalizaciones. Coordinación con Empresa de Gas. * Utilización de EPI`s. * Entibamiento. * Utilización de EPI`s. * utilización de EPI`s. * Vallado de seguridad y protección de huecos, información sobre posibles conducciones. * Utilizar fajas de protección lumbar. * Control de maniobras y vigilancia continuada. * Vigilancia continuada de la zona donde se está excavando.
3. Izado y acondicionado del cable en el apoyo de la Línea Aérea. (Desmontaje de cable en apoyo de la Línea Aérea).	<ul style="list-style-type: none"> * Caídas desde altura. * Golpes y heridas * Atrapamientos. * Caídas de objetos. * (Desplome del apoyo ò estructura) 	<ul style="list-style-type: none"> * Utilización de equipos de protección individual y colectiva. * Utilización de EPI`s. * Control de maniobras y vigilancia continuada. * Utilización de EPI`s. * (Análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio y atirantado ò medios de trabajo específicos).
4. Tendido, empalmes y terminales de conductores. (Desmontaje de conductores empalmes y terminales).	<ul style="list-style-type: none"> * Vuelco de maquinaria. * Caídas desde distinta altura. * Golpes y heridas. * Atropamientos. * Caídas de objetos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción. * Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente. * Utilización de EPI`s. * Control de maniobras y vigilancia continuada. * Utilización de EPI`s. * Utilizar fajas de protección lumbar.



Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
	<ul style="list-style-type: none"> * Sobreesfuerzos. * Riesgos a terceros. * Quemaduras. 	<ul style="list-style-type: none"> * Vigilancia continuada y señalización de riesgos. * Utilización de EPI`s.
5. Engrapado de soportes en galerías. (Desengrapado de soportes en galerías).	<ul style="list-style-type: none"> * Caídas desde distinta altura. * Golpes y heridas. * Atropamientos. * Caídas de objetos. * Sobreesfuerzos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente. * Utilización de EPI`s. * Control de maniobras y vigilancia continuada. * Utilización de EPI`s. * Utilizar de fajas de protección lumbar.
6. Pruebas y puesta en servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Ver Anexo 1 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver Anexo 1

Tabla 16. Riesgos de protección para evitarlos o minimizarlos.(Líneas subterráneas)



6 ANEXO 3



CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

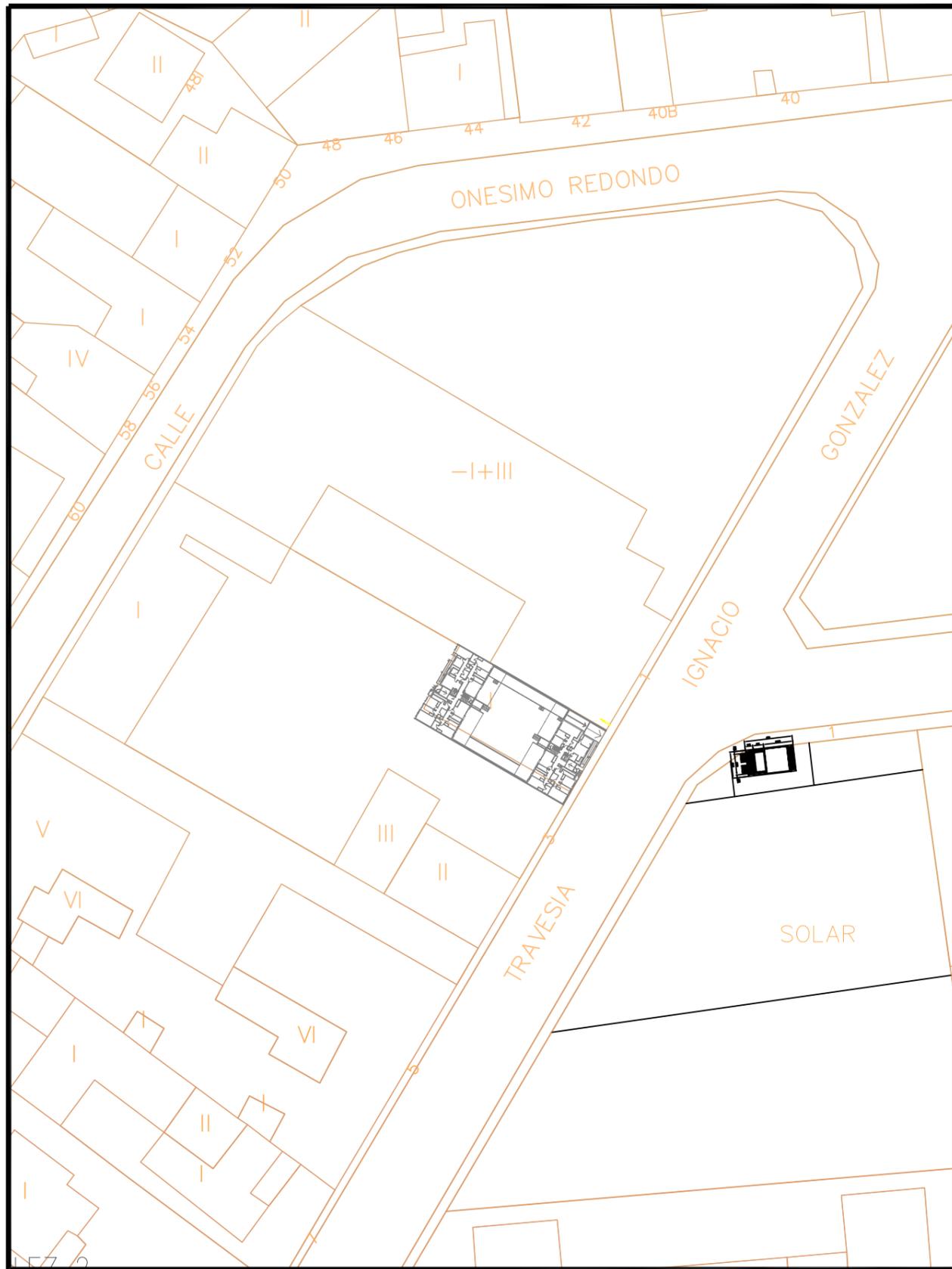
Centros de transformación

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Acopio, carga y descarga. (Acopio carga y descarga de material recuperado y chatarras)..	<ul style="list-style-type: none"> * Golpes. * Heridas. * Caídas de objetos. * Atrapamientos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Mantenimiento equipos. * Utilización de EPI`s. * Adecuación de cargas. * Control de maniobras. Vigilancia continuada. Utilización de EPI`s.
2. Excavación, hormigonado y obras auxiliares.	<ul style="list-style-type: none"> * Caídas al mismo nivel. * Caídas a diferente nivel. * Caídas de objetos. * Desprendimientos. * Golpes y heridas. * Oculares, cuerpos extraños. * Riesgos a terceros. * Sobreesfuerzos. * Atrapamientos. * Eléctrico. 	<ul style="list-style-type: none"> * Orden y limpieza. * Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente. * Utilización de EPI`s. * Entibamiento. * Utilización de EPI`s. * utilización de EPI`s. * Vallado de seguridad y protección de huecos, información sobre posibles conducciones. * Utilizar fajas de protección lumbar. * Control de maniobras y vigilancia continuada. * Vigilancia continuada de la zona donde se está excavando.
3. Montaje. (Desguace de aparata en general).	<ul style="list-style-type: none"> * Caídas desde altura. * Golpes y heridas * Atrapamientos. * Caídas de objetos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Utilización de equipos de protección individual y colectiva. * Utilización de EPI`s. * Control de maniobras y vigilancia continuada. * Utilización de EPI`s.
4. Pruebas y puesta en servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Ver Anexo 1 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver anexo 1

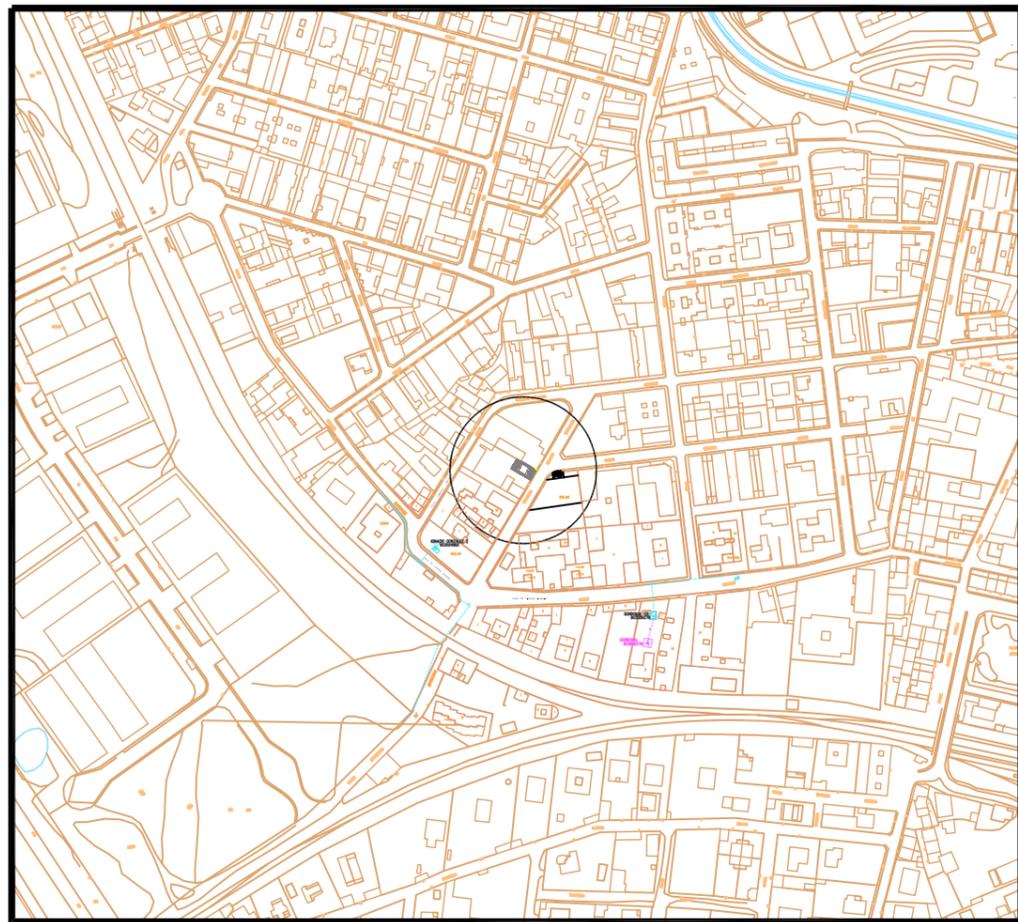
Tabla 17. Riesgos de protección para evitarlos o minimizarlos.(CT)



7 PLANOS



EMPLAZAMIENTO
ESCALA 1:500



SITUACIÓN
ESCALA 1:5000



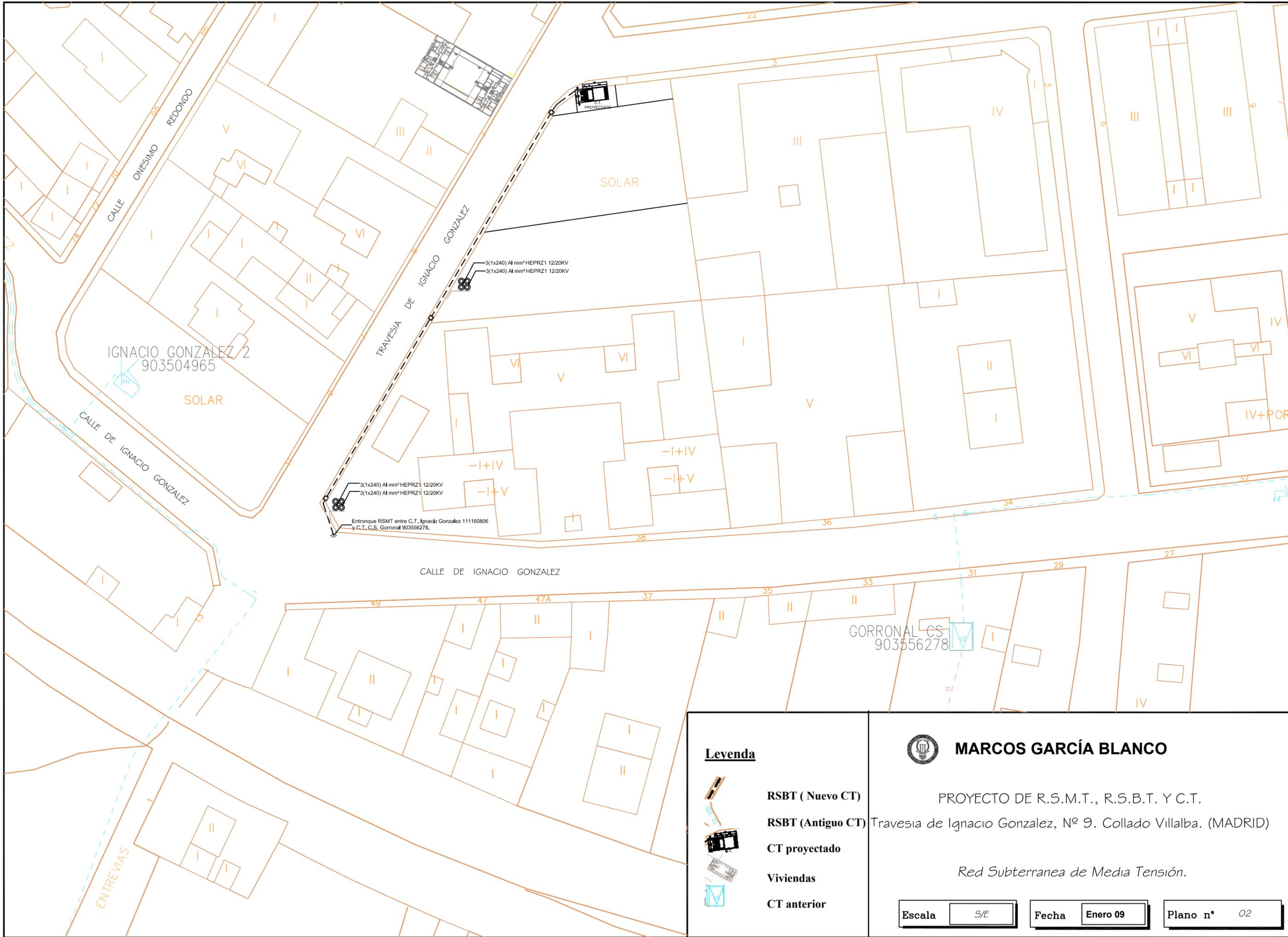
MARCOS GARCÍA BLANCO

PROYECTO DE R.S.M.T., R.S.B.T. Y C.T.

Travesia de Ignacio Gonzalez. Nº 9. Collado Villalba. MADRID

Plano de Situación

Escala	5/E	Fecha	Enero 09	Plano nº	01
--------	-----	-------	----------	----------	----



Legenda

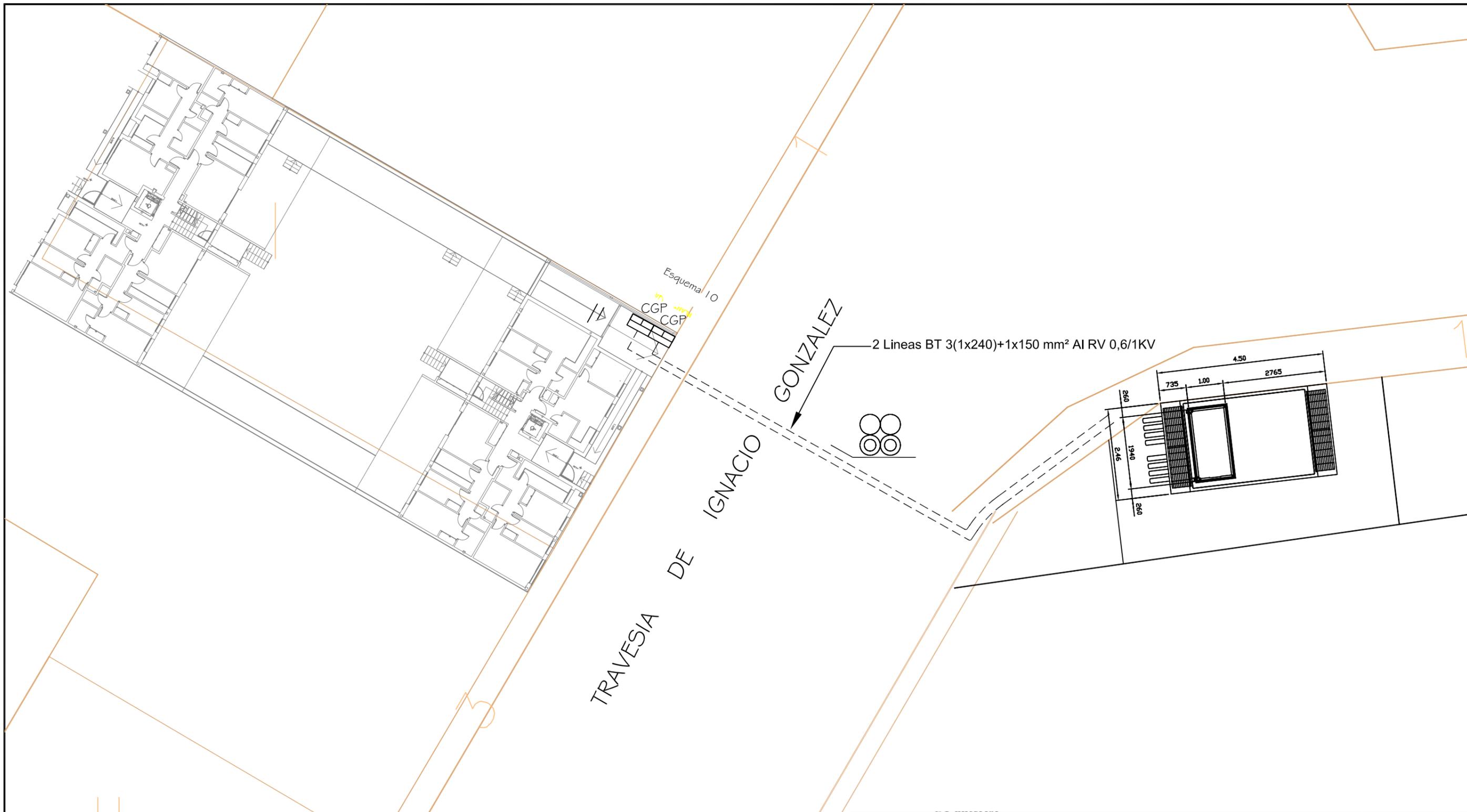
-  **RSBT (Nuevo CT)**
-  **RSBT (Antiguo CT)**
-  **CT proyectado**
-  **Viviendas**
-  **CT anterior**

 **MARCOS GARCÍA BLANCO**

PROYECTO DE R.S.M.T., R.S.B.T. Y C.T.
 Travesia de Ignacio Gonzalez, Nº 9. Collado Villalba. (MADRID)

Red Subterranea de Media Tensión.

Escala S/E **Fecha** Enero 09 **Plano n°** 02



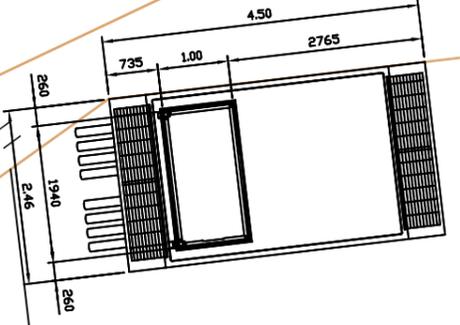
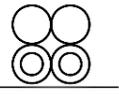
TRAVESIA DE IGNACIO GONZALEZ

GONZALEZ

2 Lineas BT 3(1x240)+1x150 mm² Al RV 0,6/1KV

Esquema 10

CGP CGP



Legenda

-  CGP del edificio
-  RSBT
-  CT proyectado
-  Viviendas



MARCOS GARCÍA BLANCO

PROYECTO DE R.S.M.T., R.S.B.T. Y C.T.

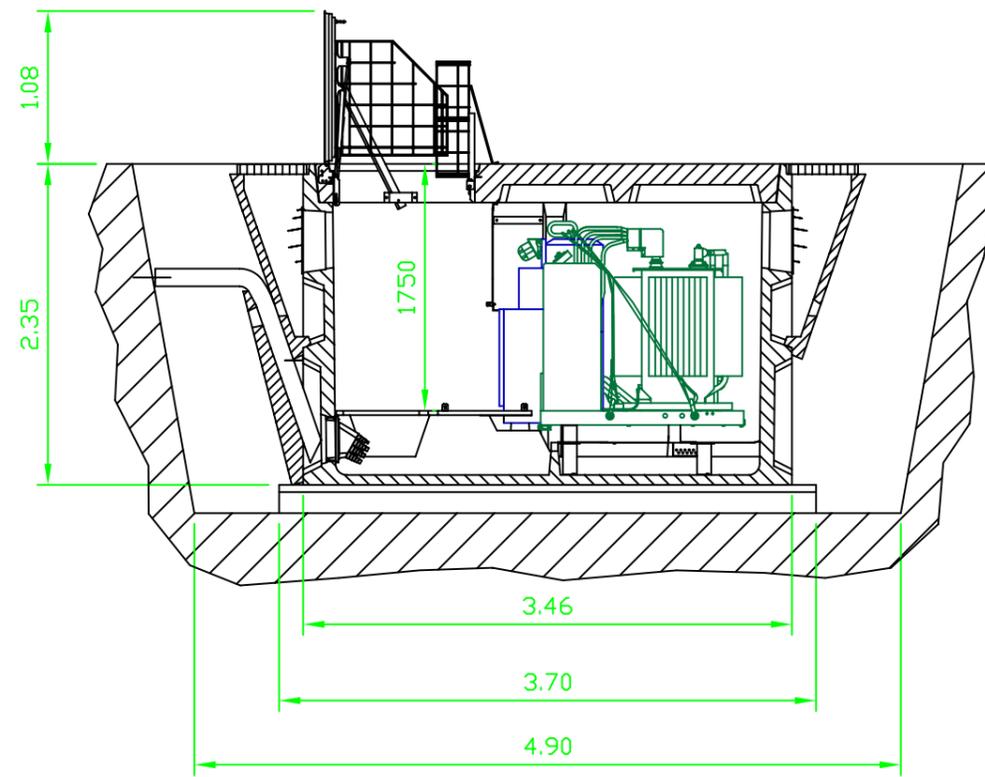
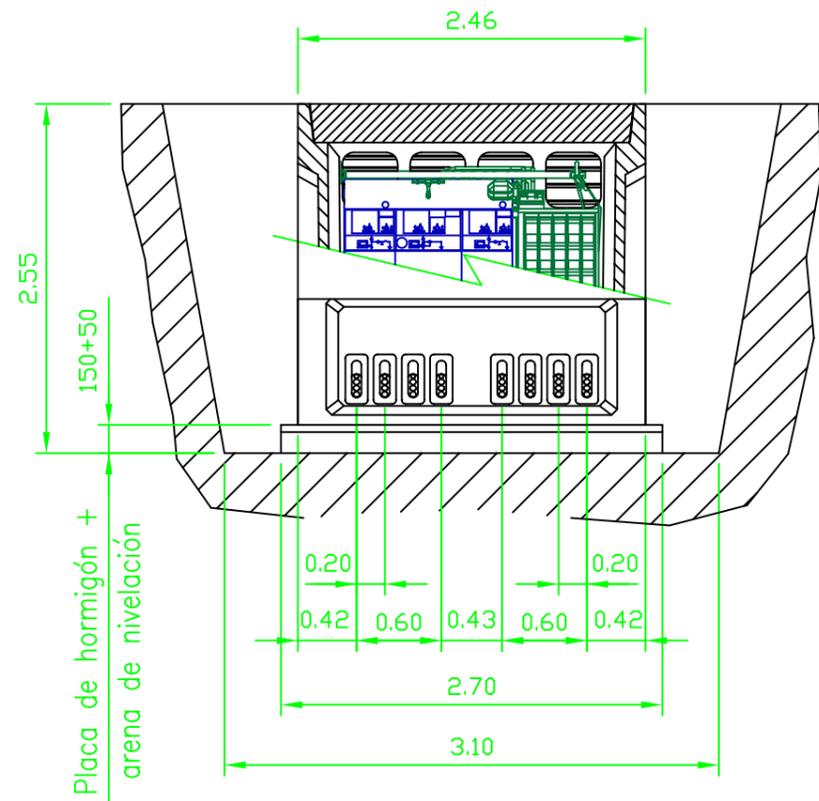
Travesia de Ignacio Gonzalez, Nº 9. Collado Villalba. (MADRID)

Red Subterranea de Media Tensión.

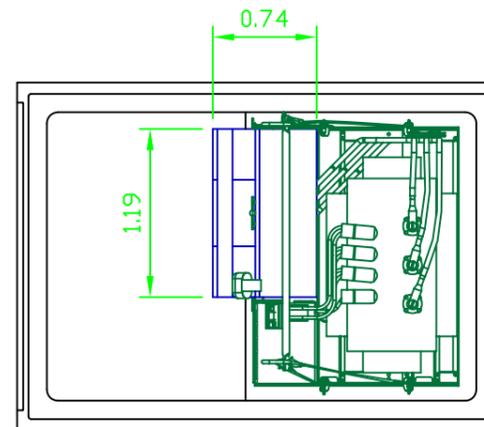
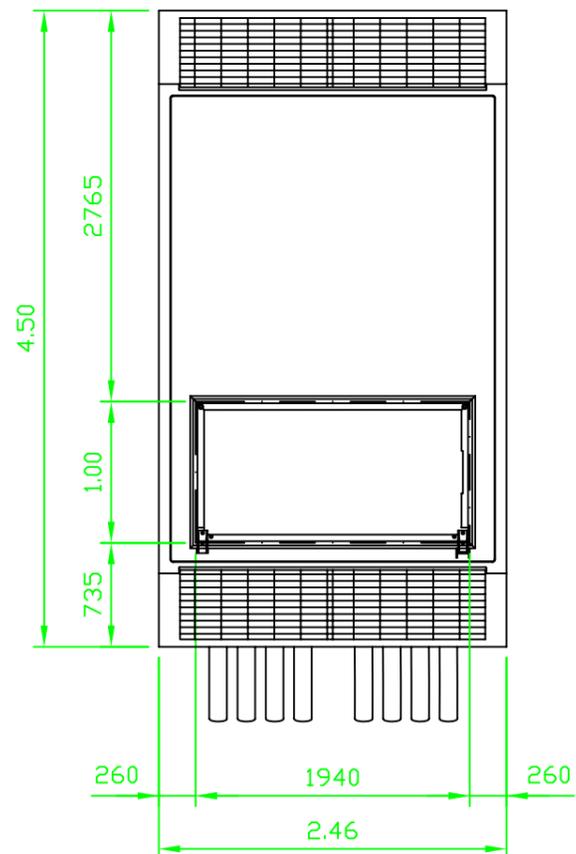
Escala **1:100**

Fecha **Enero 09**

Plano nº **03**



NOTA:
EL DESAGUE SE CONECTARA
CON EL ALCANTARILLADO PUBLICO



MARCOS GARCÍA BLANCO

PROYECTO DE R.S.M.T., R.S.B.T. Y C.T.
Travesía de Ignacio Gonzalez, Nº 9. Collado Villalba. (MADRID)

Centro de Transformación

Escala

1:50

Fecha

Enero 09

Plano n°

04

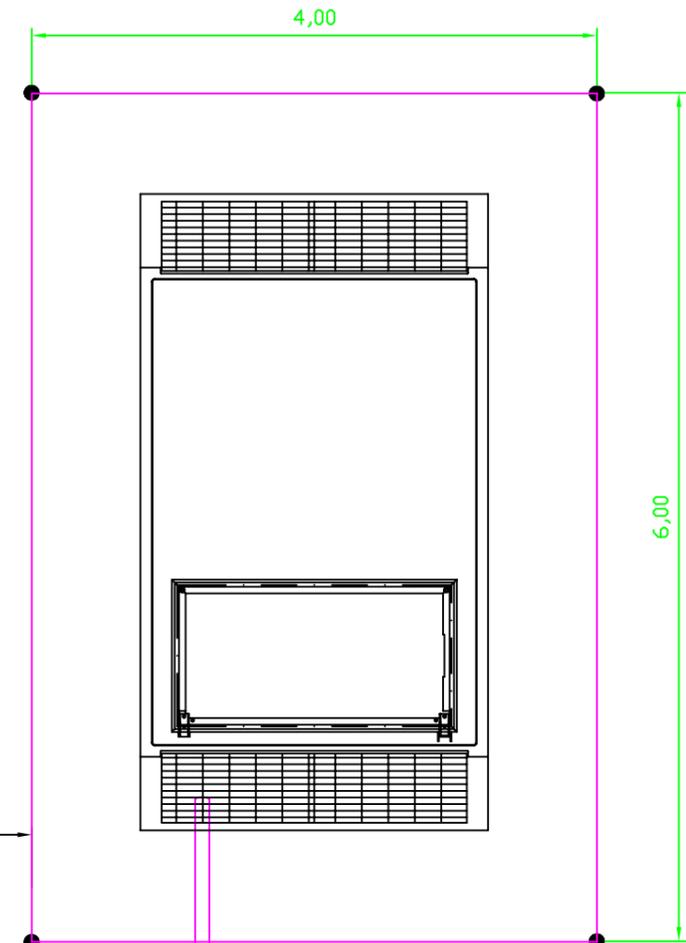
ESQUEMA DE PUESTA A TIERRA DEL CT

TIERRA DE SERVICIO
 Profundidad electrodo: 0,5 m
 Separación picas: 3 m
 3 picas en hilera unidas por conductor horizontal
 Sección conductor: 50 mm²
 Diámetro picas: 14 mm
 Longitud picas: 2

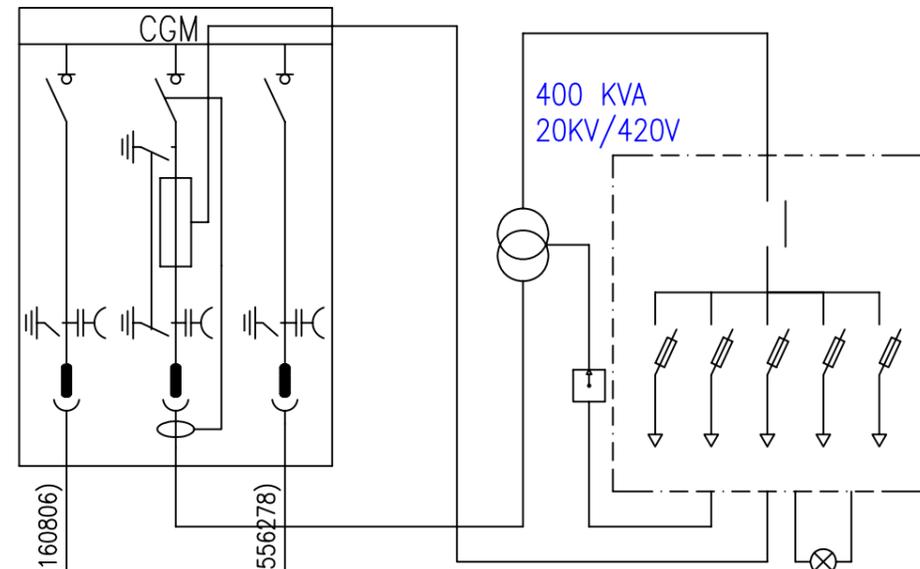
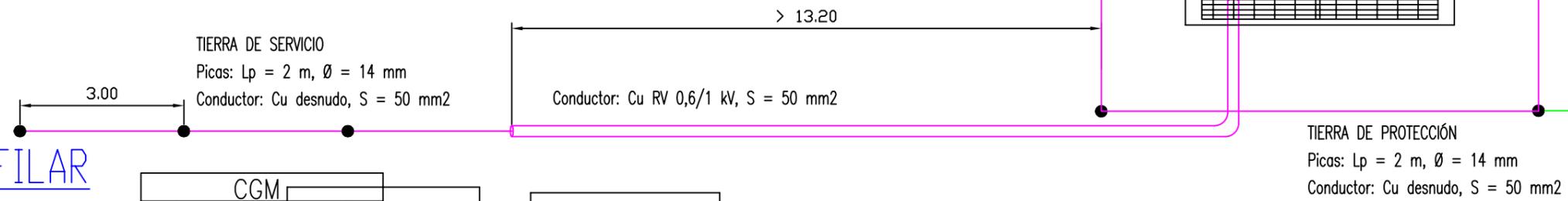
TIERRA DE PROTECCIÓN
 Profundidad electrodo: 0,5 m
 4 picas formando electrodo de bucle de 6,0x4,0 metros
 Sección conductor: 50 mm²
 Diámetro picas: 14 mm
 Longitud picas: 2

NOTA: Distancia de separación entre la tierra de protección y la de servicio: 13.2 metros

NOTA: El conductor de conexión entre el neutro del transformador y el electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0,6/1kV de 50 mm² en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (mínimo)



ESQUEMA UNIFILAR



L.S.M.T. A CT IGNACIO GONZALEZ(111160806)

L.S.M.T. A CT C.S.GORRONAL (903556278)

Legenda	
	Transformador
	Interruptor
	Seccionador PAT
	Interruptor PAT
	Fusible BT
	Fusible limitador
	Iluminación CT



MARCOS GARCÍA BLANCO

PROYECTO DE R.S.M.T., R.S.B.T. Y C.T.
 Travesía de Ignacio Gonzalez, Nº 9. Collado Villalba. (MADRID)

Red de Tierras y Esquema Unifilar.

Escala	1:50	Fecha	Enero 09	Plano nº	05
--------	------	-------	----------	----------	----



8 MEDICIONES Y PRESUPUESTO



Nº/UD	CONCEPTO	PRECIO	TOTAL
	CAPITULO 1: R.S.M.T. HEPRZ-1 12/20 KV		
	1.1: OBRA ELECTRICA		
85	Ml. Línea trifásica realizada mediante conductor de aluminio tipo HEPRZ-1 12/20 KV de 240 mm ² de sección, bajo tubo de protección , con p.p. de cinta señalizadora de cables, según normas de la Cía. Suministradora, totalmente instalada.	16,70	1.419,50
1	Ud. Juego empalme M.T. subterráneo mixto para cables de hasta 240 mm ² Al 12/20 KV, según normas de la Cía. Suministradora, totalmente instalado.	445,00	445,00
3	Ud. Juego terminación interior para celda de M.T. SF ₆ y conductor de Al 12/20 KV de 240 mm ² unipolar, aislamiento en seco, i/conexionado a celda, según normas de la Cía. Suministradora, totalmente terminada.	360,80	1.082,40
TOTAL CAPITULO 1			2.946,90



Nº/UD	CONCEPTO	PRECIO	TOTAL
	CAPITULO 2: CONSTRUCCIÓN DEL CT		
	2.1: OBRA ELECTRICA		
1	Ud. Suministro y montaje para CT tipo miniSub – H de: – 1 Conjunto 2L+1P – 1 Transformador de 400 KVA, 20 kV / 420 V – 1 Cuadro BT – 1 Puentes de MT y BT – 1 Instalación Interior instalado según normas de la Cía. Suministradora, totalmente terminado.	11.400,00	11.400,00
1	Ud. Instalación de puesta a Tierra de protección del CT, debidamente montada y conexas, empleando conductor de cobre desnudo, con sus correspondientes picas, formando una hilera entre las mismas según se indica en memoria y planos, todo debidamente conexas según normas de la Cía. Suministradora.	210,00	210,00
1	Ud. Instalación de puesta a Tierra de servicio del CT, debidamente montada y conexas, empleando conductor de cobre aislado 0,6/1 kV hasta las picas, y cobre desnudo en el anillo de unión entre las mismas según se indica en memoria y planos, todo debidamente conexas según normas de la Cía. Suministradora.	160,00	160,00
1	Ud. Material de seguridad para el Centro de Transformación, incluida banqueta, guantes, pértiga, placas de señalización y primeros auxilios, según normas de la Cía. Suministradora.	126,00	126,00
TOTAL 2.1			12.896,00
	2.2: OBRA CIVIL		
1	Ud. Suministro y montaje de envolvente prefabricada para Centro de Transformación subterráneo tipo miniSub-H, instalado según normas de la Cía. Suministradora, totalmente terminada.	3.000,0	3.000,00



1	Ud. Excavación para asiento del CT de las dimensiones especificadas en planos adjuntos, totalmente terminada.	500,00	500,00
TOTAL 2.2			3.500,00
TOTAL CAPITULO 2			15.396,00



Nº/UD	CONCEPTO	PRECIO	TOTAL
	CAPITULO 3: R.S.B.T. RV 0,6/1 KV		
	3: OBRA ELECTRICA		
60	Ml. Línea trifásica realizada mediante conductor de aluminio tipo RV 0,6/1 kV de 3(1x240)+1x150 mm ² de sección, bajo tubo de protección , con p.p. de cinta señalizadora de cables, según normas de la Cía. Suministradora, totalmente instalado.	9,55	573,00
4	Ud. Juego terminales bimetálicos para conexión de conductor de aluminio tipo RV 0,6/1 kV de 3(1x240)+1x150 mm ² de sección, según normas de la Cía. Suministradora, totalmente instalado.	72,50	290,00
8	Ud. Embornado de Cuadro General de Seccionamiento tipo CS 250/400 E o S, con uesta a tierra según normas de la Cía. Suministradora, totalmente instalado.	110,00	880,00
TOTAL CAPITULO 3			1.743,00

RESUMEN:

CAPITULO 1	R.S.M.T. HEPRZ-1 12/20 KV OBRA ELECTRICA	2.946,90 Euros
CAPITULO 2	INSTALACIÓN DEL CT OBRA ELECTRICA	15.396,00 Euros
CAPITULO 3	R.S.B.T. RV 0,6/1 KV OBRA ELECTRICA	1.743,00 Euros
TOTAL.....		20.085,90 Euros

EL PRESENTE PRESUPUESTO IMPORTA LA CANTIDAD DE VEINTE MIL OCHENTA Y CINCO EUROS CON NOVENTA CENTIMOS DE EURO (20.085,90)



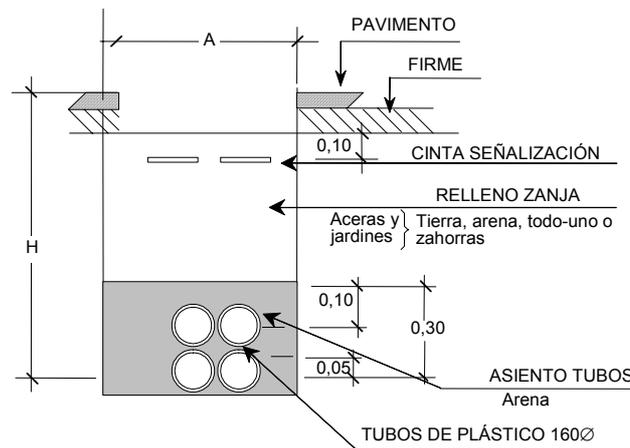
9 ANEXO A: PLANOS

CANALIZACIÓN ENTUBADA (Asiento de arena)

PLANO N° 2

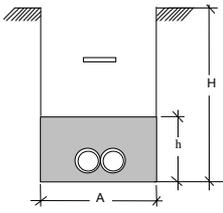
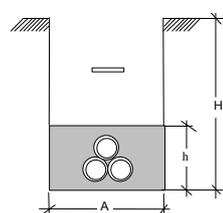
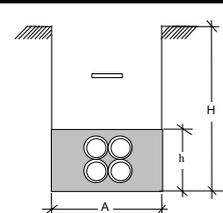
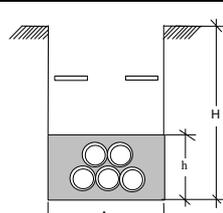
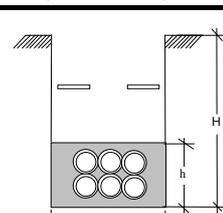
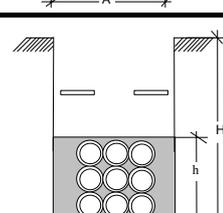
Canalización entubada EN ACERA con tubos 160 Ø y cables aislados de 0,6/1 kV
Colocados en un plano

Dimensiones en m



Núm. de tubos	Anchura (A)	Profundidad zanja (H)	Cinta señalización cable	Nº de tubos 160 Ø
2	0,35	0,70	1	2
3		0,80		3
4		0,90		4
5	0,50	0,80	2	5
6		0,90		6
7 - 9		1,10		7 - 9

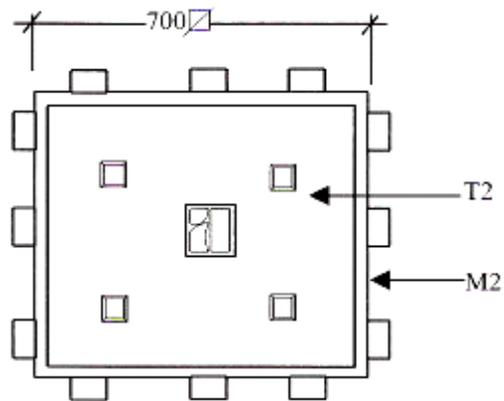
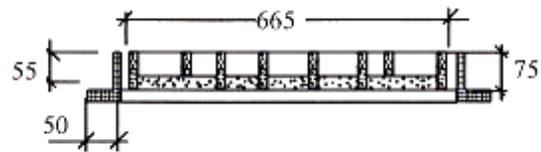
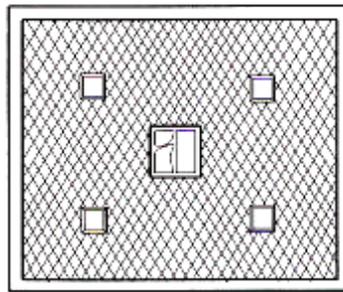
NOTA.- En jardines, el pavimento y el firme serán sustituidos por tierra
jardín

CANALIZACIÓN ENTUBADA BT y MT TUBO 160 Ø - Asiento arena					
Perfil	Nº Tubos	A m	H m	Altura asiento h m	Cinta señalización cable
	2 (1P)	0,35	0,70	0,30	1
	3 (T)	0,35	0,80	0,40	1
	4 (2P)	0,35	0,90	0,50	1
	5 (T)	0,50	0,80	0,40	2
	6 (2P)	0,50	0,90	0,50	2
	7 a 9 (3P)	0,50	1,10	0,65	2

(xP): x Planos - (T): Tresbolillo

ARQUETAS M2-T2

MARCOS - TAPAS DE FUNDICIÓN (M2-T2) (ACERAS / JARDINES)



DESIGNACIÓN	DIMENSIONES (mm)	MASA MAX. (KG)	CARGA CONT. daN
MARCO -M2	700x700	21	125
TAPA-T2	665x665	39	125

CRUCES

CANALIZACIÓN CRUCES BT y MT TUBO 160 Ø - Asiento hormigón				
Perfil	Nº Tubos	A m	H m	Altura asiento h m
	2 (1P)	0,35	0,70	0,30
	3 (T)	0,35	0,80	0,40
	4 (2P)	0,35	0,90	0,50
	5 (T)	0,50	0,80	0,40
	6 (2P)	0,50	0,90	0,50
	7 a 9 (3P)	0,50	1,10	0,65



Tabla de figuras

Nº de foto	Título	Bibliografía
Foto 1	Envolvente prefabricada subterránea de un CT.	www.coitiab.es
Foto 2	Celdas de AT en CT.	www.coitiab.es
Foto 3	Transformador.	www.codimel.com
Foto 4	Cuadros de BT.	www.fiecov.es
Foto 5	Fusible limitadores	www.aislatension.com.mx
Foto 6	Interconexión celda - trafo	www.schneider-electric.com
Foto 7	Interconexión trafo-cuadro BT	www.schneider-electric.com
Foto 8	Instalación malla PAT	www.todoarquitectura.com
Foto 9	Señalización interior CT	www.coitiab.es
Foto 10	Centro de transformación tipo miniSUB-H	www.patentados.com
Foto 11	Celda MT	www.catuelec.com
Foto 12	Celda de línea	www.seitsa.com
Foto 13	Celda de protección	www.conelsa.es
Foto 14	Puentes de MT	www.conelsa.es
Foto 15	Trafo de 400 kVA	www.clarkia.net
Foto 16	Puentes BT	www.conelsa.es
Foto 17	Cuadros BT	www.conelsa.es
Foto 18	Rejillas de ventilación de CT	www.ormazabal.com
Foto 19	Señalización riesgo eléctrico	www.ormazabal.com
Foto 20	Partes de un cable de MT(HEPRZ1)	www.generalcable.es
Foto 21	Realización de un empalme en cable MT	www.electroindustria.com
Foto 22	Canalización red subterránea	www.todoarquitectura.com
Foto 23	Cable RV 0,6/1kV	www.generalcable.es





TOMO II



TOMO II a



Objetivos

El siguiente tomo consistirá en el cálculo de toda la instalación eléctrica del interior de las viviendas, recorriendo todas las instalaciones desde las cajas generales de protección hasta los mecanismo con los que están en contacto las personas (enchufes, interruptores). Realizando todos los cálculos necesarios, cumpliendo siempre con la normativa vigente.



Índice: Tomo II a

10	M E M O R I A	112
10.1	GENERALIDADES	113
	OBJETO DEL PROYECTO	113
	PROPIEDAD	113
	SITUACIÓN	113
	DESCRIPCIÓN Y USO DEL EDIFICIO	113
	CRITERIOS DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN	114
10.2	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	114
	CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN	114
	LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	115
	CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES	116
	DERIVACIONES INDIVIDUALES	116
	INSTALACIONES INTERIORES	117
	10.2.1.1 INSTALACIÓN INTERIOR EN VIVIENDAS	117
	10.2.1.2 INSTALACIÓN INTERIOR DE FINCA	120
10.3	RED DE PUESTA A TIERRA	121
	GENERALIDADES	121
	ELEMENTOS DE CONEXIÓN A TIERRA	122
	TOMA DE TIERRA	122
10.4	CONCLUSIÓN	122
11	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	123
11.1	MAGNITUDES Y FÓRMULAS	124
	PARA SUMINISTROS MONOFÁSICOS	124
	PARA SUMINISTROS TRIFÁSICOS	124
11.2	PREVISIÓN DE CARGAS	125
	LÍNEAS GENERALES DE ALIMENTACIÓN	125
11.3	MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN	130
12	PLIEGO DE CONDICIONES	131
12.1	EJECUCIÓN Y MATERIALES DE LA INSTALACIÓN	132
	LÍNEAS REPARTIDORAS	132
	DERIVACIÓN INDIVIDUAL	132
	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	133
	CANALIZACIONES	133
	CONDUCTORES	134
	CAJAS Y MECANISMOS	134
	INSTALACIÓN EN CUARTOS DE BAÑO Y ASEOS	135
	TOMAS DE TIERRA	135
	MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN	136
13	PLANOS	138
14	PRESUPUESTO	139



10 **MEMORIA**



10.1 GENERALIDADES

OBJETO DEL PROYECTO.

Tiene por objeto el realizar la descripción técnica de la Instalación Eléctrica, de un edificio para 36 viviendas, que se ajustará al REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSION. e INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS, así como las Normas Particulares de la Cía Suministradora IBERDROLA, S.A.

SITUACIÓN.

La obra está situada en la Travesía Ignacio Gonzalez nº 9, perteneciente al municipio de Collado-Villalba, C.P 28400, Madrid.

DESCRIPCIÓN Y USO DEL EDIFICIO

La instalación eléctrica que pretende diseñar este Proyecto, es la de un edificio destinado a viviendas.

El solar base sobre el que se levantarán dos bloques que tiene una superficie aproximada de 400 metros cuadrados. Los bloques se encuentran dentro de una zona privada que comprende 36 viviendas distribuidas en 2 edificios con dos portales.. Para el uso de los propietarios se ha construido en la planta sótano del edificio un garaje con las plazas necesarias para estos así como los cuartos técnicos necesarios para el funcionamiento del edificio y los cuartos trasteros.

Su diseño es el siguiente:

EDIFICIO Nº 1

Planta sótano nº 1.- Cuartos Técnicos de Instalaciones, Trasteros, Garaje aparcamiento para la comunidad de vecinos.

Planta baja- Accesos a edificios y viviendas.

Plantas de 1ª a 3ª destinados a viviendas con la siguiente distribución:

- Planta Baja: 4 Viviendas
- Planta Primera: 5 Viviendas
- Planta Segunda: 5 Viviendas
- Planta Bajo Cubierta: 4 Viviendas y el acceso a cuartos de máquinas de ascensores y equipos de captación de TV y FM.

Haciendo un total de 18 viviendas en un bloque. Así pues al tener 2 bloques tendremos 36 viviendas dos servicios de Finca para cada bloque y un servicio de común para todas las viviendas que será llamado Mancomunidad.



CRITERIOS DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

En la realización del presente Proyecto se ha tenido en cuenta los criterios y prescripciones indicadas en los reglamentos vigentes, tanto en ámbito local como nacional, siendo las principales:

- * Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias. (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002).
- * Normas de la Compañía Suministradora.
- * Código Técnico de la edificación(CTE): Exigencia básica ahorro energético (HE-3)RD 314/2006 del Ministerio de Vivienda (BOE 28/3/06).
- *Código Técnico de la edificación(CTE): Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada(SU-4).
- *Código Técnico de la edificación(CTE): Seguridad frente al riesgo de la acción del rayo (SU-8).
- *Código Técnico de Edificios (CTE): Condiciones de protección Contra Incendios en los edificios.
- *Normas y Disposiciones Municipales.
- * Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (R.A.M.I.N.P.).
- * Condiciones Particulares de la Dirección Facultativa o Equipo de Consultores, en todo aquello que no se oponga al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y Normas de la Compañía Suministradora (IBERDROLA DISTRIBUCION S.A.).

10.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica del edificio, comprenderá las Cajas Generales de Protección, Líneas Repartidoras, Centralización de Contadores, Derivaciones Individuales, Cuadros Generales de Mando y Protección y las instalaciones interiores.

CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN

Es el primer elemento de entrada de energía eléctrica al edificio. Se dispondrán en un lugar adecuado y previa consulta con la Compañía Suministradora, en un mechinal de

dimensiones adecuadas en paramento de fachada, con salidas independientes para cada línea general de alimentación y con bases de una intensidad de 400A, colocándose una protección de fusibles en dichas bases, correspondiente a las intensidades máximas admisibles para la potencia instalada.

Dispondrán de bornes bimetálicos, neutro seccionable y fusibles calibrados.

Se aplicará las normas de la Instrucción ITC-BT-013.

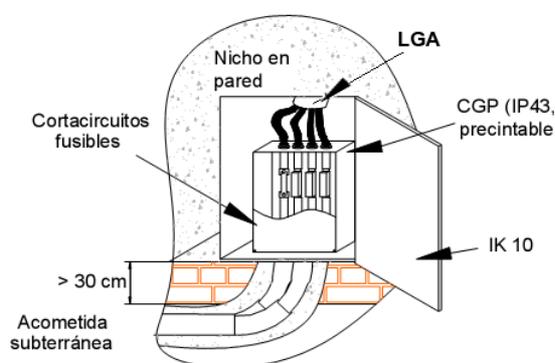


Foto 1. Caja general de protección(partes)

LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN.

Es la línea que enlaza la caja de protección con el interruptor de corte en carga de la centralización de contadores.

Estará constituida por conductores unipolares de sección adecuada, conductor de cobre y resistencia de aislamiento de 0,6/1 KV. Tipo RZ1 (cables no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida), la caída de tensión máxima será de 0,5% y discurriendo por bandeja metálica, bajo tubo de acero ó PVC, fijados por el techo del garaje.

Se aplicará las normas de la Instrucción ITC-BT-14.



Foto 2. Cable LGA tipo RZ1

CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES.

Los equipos de medición se situarán concentrados en un cuarto exclusivo como tal, situado en Planta Baja y se guardarán las dimensiones mínimas exigidas por la Compañía Suministradora.

Los módulos utilizados formarán un conjunto prefabricado homologado, formado por material aislante y grado de protección IP 659.

Los conjuntos estarán formados por embarrados envolvente y cortacircuitos fusibles calibrados.

Se prevé un cuarto para la centralización contadores, con una centralizaciones protegida cada una por un interruptor de corte en carga de 250 A. con cierre y apertura brusca.

Se aplicará las normas de la Instrucción ITC-BT-16.



Foto 3. Centralización de contadores

DERIVACIONES INDIVIDUALES.

Son las líneas que enlazan el embarrado de la centralización con los dispositivos privados de mando y protección de cada abonado, pasando por los fusibles y el contador.

Se realizarán con conductor de cobre, de 750 voltios de tensión nominal de aislamiento tipo ESHO7Z1-K (cables no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida), instalados en el interior de tubos aislantes rígidos discurriendo por shunts o verticales practicables en cada una de las plantas, o por tubo flexible de dos capas por falso techo de portal o mesetas hasta el interior de la vivienda.

La disposición de los tubos se hará en dos capas y fijados en cada planta. La distancia entre los tubos será como mínimo de 5 centímetros.

La acanaladura irá convenientemente cerrada con tapas de registro en todas las plantas.

Para los consumos monofásicos, las líneas constarán de dos conductores, fase y neutro más su correspondiente conductor de protección. Para consumos trifásicos dispondremos de cuatro conductores (tres fases más neutro) también más su correspondiente conductor de protección.

En el capítulo de CALCULOS JUSTIFICATIVOS vienen reflejadas las secciones de todas las derivaciones individuales.

Se aplicará las normas de la Instrucción ITC-BT-15.



Foto 4. Cable usado para derivaciones individuales

INSTALACIONES INTERIORES

Las instalaciones interiores eléctricas estarán compuestas por:

- Cuadro General de Mando y Protección.
- Circuitos eléctricos.
- Receptores.

10.2.1.1 INSTALACIÓN INTERIOR EN VIVIENDAS.

Cuadro General de Mando y Protección.

El cuadro, estará situado en el hall, lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en la vivienda del abonado

Se colocarán en él todos los dispositivos de mando y protección, magnetotérmicos para la protección contra sobrecorrientes y cortocircuitos y diferenciales de alta sensibilidad (30mA) para protección de personas contra contactos directos e indirectos.

Serán de material aislante y autoextinguible y tendrán capacidad suficiente para alojar todos los elementos reflejados en el esquema unifilar, y para ICP de la Compañía Suministradora.

De este cuadro partirán los circuitos interiores de cada vivienda, instalándose en el mismo los elementos de protección siguientes:

PROTECCIÓN GENERAL	PROTECCIÓN DIFERENCIAL	CIRCUITOS			
		PROTECCIÓN	DESCRIPCIÓN	SECCIÓN	TUBO
1P+N 40A	40A / 30mA	1P+N 25A	AIRE ACONDICIONADO(C9)	6 mm ²	M25
		1P+N 16A	LAVAVAJILLAS(C4)	2,5 mm ²	M20
		1P+N 16A	USOS VARIOS(C2)	2,5 mm ²	M20
		1P+N 10A	ALUMBRADO(C1)	1,5 mm ²	M20
	40A / 30mA	1P+N 25A	HORNO(C3)	6 mm ²	M25
		1P+N 16A	LAVADORA(C4)	2,5 mm ²	M20
		1P+N 16A	U.V. HUMEDOS(C5)	2,5 mm ²	M20

Tabla 18. Elementos de protección

NOTA(1): La numeración de cada circuito se ha realizado gracias a la ITC-BT-025 del REBT.

NOTA(2): Debido a que se trata de una instalación con aire acondicionado, según el reglamento, corresponderá a una instalación de electrificación elevada, por tanto en el tomo I se tomó una potencia para las viviendas de 9200W.

En el cuadro de distribución se dispondrá de un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior, con la derivación de la línea principal de tierra.

El instalador colocará sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre comercial, fecha de terminación de obra, así como el grado de electrificación que corresponda a la vivienda.

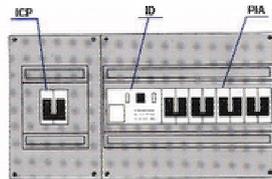


Foto 5. Cuadro general de mando y protección

Circuitos eléctricos.

Del cuadro de mando y protección de la vivienda derivarán los circuitos de alimentación a los receptores eléctricos instalados.

La sección de los conductores vendrá impuesta por la caída de tensión desde el origen de la instalación interior a los puntos de utilización, que será como máximo del 1,5%, en la tabla anterior se detallan las secciones de los circuitos y diámetros de las canalizaciones.

Los conductores serán unipolares de cobre rígido y estarán instalados con capa de PVC, para una tensión de 750 voltios, e irán bajo tubo flexible normal empotradas en paredes y techos, y de doble capa si van por el suelo.

Se respetará el código de colores de los conductores, negro o marrón para fase, azul para neutro y amarillo-verde para tierra.

Receptores

Según el grado de electrificación, que vendrá determinado por la superficie de la misma, la Instrucción ITC-BT-25 define los puntos de utilización.

El número de puntos de utilización podrá ser mayor si el Pliego de Condiciones Particulares que corresponde a la Propiedad o autores del Proyecto de edificación así lo determinase. Atendiendo a lo anterior y considerando un grado de electrificación de (9.200W) los puntos de utilización mínimos serán los siguientes:



Estancia	Circuito	Mecanismo	nº mínimo	Superf./Longitud
Acceso	C1	Pulsador timbre	1	-----
Vestíbulo	C1	Punto de luz interruptor 10A	2	-----
	C2	Base 16A 2P+T	1	-----
Sala de estar o Salón	C1	Punto de luz interruptor 10A	2	hasta 10 m ² (dos si S>10 m ²) uno por cada punto de luz
	C2	Base 16A 2P+T	3 ⁽¹⁾	una por cada punto de luz 6 m ² redondeado al entero superior
	C9	Toma de aire acondicionado	1	hasta 10 m ² (dos si S>10 m ²)
Dormitorios	C1	Punto de luz interruptor 10A	2	hasta 10 m ² (dos si S>10 m ²) uno por cada punto de luz
	C2	Base 16A 2P+T	3 ⁽¹⁾	una por cada punto de luz 6 m ² redondeado al entero superior
	C9	Toma de aire acondicionado	1	-----
Baños	C1	Puntos de luz Interruptor/Conmutador 10A	1	-----
	C5	Base 16A 2P+T	1	-----
Pasillos o distribuidores	C1	Puntos de luz Interruptor/Conmutador 10A	2	una por cada 5 m de longitud uno en cada acceso
	C2	Base 16A 2P+T	1	hasta 5m (dos si L>5 m)
Cocina	C1	Puntos de luz Interruptor 10A	2	hasta 10 m ² (dos si S>10 m ²) uno por cada punto de luz
	C2	Base 16A 2P+T	2	extractor y frigorífico
	C3	Base 25A 2P+T	1	cocina/horno
	C4	Base 16A 2P+T	3	Lavadora, lavavajilla y termo
	C5	Base 16A 2P+T	3 ⁽²⁾	Ecima del plano de trabajo
Terraza y vestidores	C1	Puntos de luz Interruptor 10A	2	hasta 10 m ² (dos si S>10 m ²) uno por cada punto de luz
Garajes unifamiliares y otros	C1	Puntos de luz Interruptor 10A	2	hasta 10 m ² (dos si S>10 m ²) uno por cada punto de luz
	C2	Base 16A 2P+T	1	hasta 10 m ² (dos si S>10 m ²)

Tabla 19. Puntos de utilización mínimos

(1) En donde se prevea la instalación de una toma para el receptor de TV, la base correspondiente deberá ser múltiple, y en este caso se considerará como una sola base a los efectos del número de puntos de utilización.

(2)

Se colocarán fuera de un volumen delimitado por los planos verticales situados a 0,5 m del fregadero y de la encimera de cocción o cocina.

En los cuartos de baño y aseos, el punto de luz y toma de corriente de usos varios, se colocarán fuera de los volúmenes de prohibición y protección a la que alude la Instrucción ITC-BT-27 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

En concreto el punto de luz se situará a una altura superior a 2,25 metros, contados desde el fondo de la bañera y la toma de corriente a más de un metro del borde exterior del volumen de prohibición.



En caso de que por parte del abonado se instalen dentro del volumen de protección aparatos de alumbrado fijos, solo se admitirán los clasificados como de clase II de aislamiento con las excepciones que autoriza la Instrucción antes reseñada.

Fuera de los volúmenes de protección, no podrán ser colocados aparatos de alumbrado suspendidos de conductores ni podrán utilizarse portalámparas ni soportes metálicos para estos. Siendo responsabilidad del incumplimiento de estas normas los abonados, y por tanto quedado eximido de toda responsabilidad el autor de este proyecto.

10.2.1.2 INSTALACIÓN INTERIOR DE FINCA.

La instalación interior de finca comprende todos aquellos servicios de fuerza y alumbrado que son comunes a los diferentes circuitos, tales como alumbrado de escalera, de cuartos de instalaciones, motores de ascensores, grupo de presión, etc.

Las derivaciones individuales de las fincas partirán del respectivo módulo instalado en el cuarto de contadores y llegará al Cuadro General de Mando y Protección, será de conductor de cobre del tipo ESHO7Z1 (no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida) de 750 Voltios de tensión de aislamiento y sección de $5 \times 10 \text{ mm}^2$.

- Cuadro General de Mando y Protección.
- Circuitos eléctricos.
- Receptores.

Cuadro General de Mando y Protección

Se instalará un cuadro general de mando y protección a donde llegará la línea de derivación individual de finca y del que partirán los diferentes circuitos a receptores.

Los circuitos serán los indicados en el esquema unifilar siendo el de alumbrado de escaleras y vestíbulos mandados a través de detectores volumétricos.

El circuito de mando tendrá conductores de $1,5 \text{ mm}^2$.

Los cuadros de los distintos portales están claramente definidos en sus esquemas unifilares correspondientes.

CIRCUITOS ELÉCTRICOS

De los cuadros generales de mando y protección de los 2 portales de finca, derivarán los distintos circuitos de alimentación a receptores eléctricos instalados, protegidos en dichos cuadros por su correspondientes magnetotérmicos y diferenciales.

De los cuadros de finca se alimentaran además los siguientes cuadros secundarios:



- Cuadro para los trasteros que alimentaran el alumbrado de los pasillos de los trasteros, los propios trasteros y el alumbrado de emergencia.
- Cuadro para máquina de ascensor.

Además de los cuadro de cada portal se dispondrá de un cuadro para los servicios comunes del edificio y del cual se alimentarán los circuitos para el alumbrado de la zona ajardinada, los cuartos de telecomunicaciones, los grupos de presión de agua sanitaria, la depuradora y varios locales comunitarios.

Las líneas irán bajo canalizaciones empotradas, por falsos techos o aprovechando shunts construidos para tal fin. Las canalizaciones se realizarán con tubo flexible doble capa, el diámetro estará de acuerdo con la Instrucción ITC-BT-21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Se respetará el código de los conductores, negro y marrón para fase de circuito monofásico, añadiendo el gris para circuitos trifásicos, azul para neutro y amarillo verde para conductor de protección.

10.3 RED DE PUESTA A TIERRA.

GENERALIDADES.

Con el fin de limitar la tensión que con respecto a tierra se pueda presentar en la instalación en un momento dado, y al mismo tiempo asegurar el perfecto funcionamiento de los aparatos de protección, se ejecutará un adecuado sistema de puesta a tierra de la instalación.

Tal como prescribe la Instrucción ITC-BT-24, la instalación objeto de este proyecto, estará protegida contra contactos indirectos mediante la puesta a tierra de las masas y el empleo de los interruptores diferenciales que se detallan en cada uno de los esquemas unifilares.

La puesta a tierra de la instalación se ejecutará con arreglo a las prescripciones de la ITC-BT-18.

A continuación se especifica la sección que hay que considerar para las partes que comprenden la puesta a tierra de esta instalación

- Línea de enlace con tierra..... 95 mm²
- Línea principal de tierra.

 - Ascensores..... 35 mm²
 - Centralizaciones..... 95 mm²

- Derivaciones de la línea principal de tierra..... 16, 25, 35 y 50 mm²

Las derivaciones de la línea principal de tierra y conductores de protección tendrán una sección mínima de la mitad del conductor de fase, siempre que este pase de 35 mm², será de 16 mm², cuando el de fase este comprendido entre 16 y 35 mm² y de igual sección sea menor de 16 mm² y nunca menor de 2,5 mm²



Se dispondrá de registros de inspección con bornas, para la medida de tomas de tierra.

ELEMENTOS DE CONEXIÓN A TIERRA.

Se conectarán a tierra todas las masas metálicas, sistemas de tuberías, depósitos de combustible, zapatas de la cimentación y los conductores de protección.

TOMA DE TIERRA.

El edificio estará dotado de puestas a tierra, consistentes en arquetas en donde estarán situadas las picas de tierra de la que consta la instalación, estas picas irán interconexionadas entre si y a su vez a la armadura metálica del hormigón que forman muros y pilares, siendo las conexiones realizadas con conductor de cobre desnudo de cobre de 35 mm² de sección mediante soldadura aluminotécnica.

Las picas serán de dos metros de longitud, cobreadas o galvanizadas y con el correspondiente puente de prueba, consistente en una pletina de cobre que puede conectarse o desconectarse para facilitar la medición de resistencia óhmica de la instalación.



Foto 6. Pica de toma de tierra

10.4 CONCLUSIÓN

De acuerdo con lo expuesto en los anteriores apartados que constituyen la Memoria de este Proyecto, a la que se adjuntan Cálculos Justificativos, Planos, Pliego de Condiciones y Presupuesto. Se considera que todo ello dará una idea suficientemente clara de las instalaciones eléctricas a realizar.



11 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS



11.1 MAGNITUDES Y FÓRMULAS.

A la hora de calcular la sección de un conductor hemos tenido en cuenta 2 condiciones:

- La intensidad máxima admitida por el conductor según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- La caída de tensión admisible.

Para realizar el cálculo de la sección de los conductores hemos realizado en primer lugar el cálculo de la sección por caída de tensión, después nos vamos a la sección inmediata superior y comprobamos si dicha sección admite la intensidad que va a pasar por el conductor, si la admite este conductor sería válido si no la admite tendríamos que elegir una sección que admita la intensidad que tenemos y después volvemos a realizar los cálculos de la caída de tensión con la sección que vamos a instalar.

A pesar de los cálculos se ha utilizada una sección mínima de 1.5 para alumbrado y de 2.5 para usos varios.

El REBT en su instrucción técnica complementaria ITC-BT-19, dice que la caída de tensión entre el origen de la instalación (desde la CGP) y cualquier otro punto de utilización será menor al 3% de la tensión nominal para alumbrado y del 5% para los demás usos. Para calcular las secciones de los conductores sin que se produzcan caídas de tensión superiores a las indicadas se han aplicado las fórmulas:

PARA SUMINISTROS MONOFÁSICOS:

$$S = \frac{2PL}{CeU} = mm^2 \quad I = \frac{P}{U \cos \varphi} = A \quad \%e = \frac{2Pl}{SCU} \frac{100}{U} = \%$$

PARA SUMINISTROS TRIFÁSICOS:

$$S = \frac{PL}{CeU} = mm^2 \quad I = \frac{P}{\sqrt{3}U \cos \varphi} = A \quad \%e = \frac{Pl}{SCU} \frac{100}{U} = \%$$

Donde:

S = Sección del conductor en mm²

U = Tensión de servicio en Voltios.

Para suministros trifásicos tensión entre fases.

Para suministros monofásicos tensión entre fase y neutro.



$\cos \phi$ = Coseno del ángulo de desfase entre intensidad y tensión. (Factor de potencia)

e = Caída de tensión, en voltios (V):

$e\%$ = Caída de tensión del circuito en tanto por ciento.

P = Potencia en vatios consumida por el receptor en W

L = Longitud del conductor en metros.

C = Conductividad en $m/(\Omega mm^2)$ 56 para el cobre y 35 para el aluminio

I = Intensidad en A

11.2 PREVISIÓN DE CARGAS

Realizando un estudio previo de las necesidades existentes así como de futuras ampliaciones, quedan fijadas, según los diversos apartados, las cargas objeto de este Proyecto.

VIVIENDAS

La potencia de cálculo se determinará según dispone en la Instrucción ICT-BT-10 del vigente Reglamento para Baja Tensión o en su defecto de acuerdo con el Pliego de Condiciones Técnicas establecidas por la Propiedad en tanto no se oponga al Reglamento. En el caso de este Proyecto las viviendas se dimensionarán para un grado de electrificación 9.2 kW.

FINCA

El portal tiene una potencia instalada de 8 Kw:

LINEAS GENERALES DE ALIMENTACIÓN

La carga para el cálculo de las líneas generales de alimentación se determina de acuerdo con la potencia instalada o en su defecto según lo dispuesto en la Instrucción ICT-BT-10 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

El aislamiento será de 0,6/1 KV tipo RZ1. Por lo que se refiere a la longitud se estimará desde la Caja General de Protección al Interruptor de corte en carga, en la centralización, en un cuadro que se dará a continuación se relacionarán dichas distancias, junto a potencias y caídas de tensión.

Teniendo en cuenta que las viviendas pertenecen a un grado de electrificación elevada 9.2 kW. Cada una. El cálculo global en kW. de las líneas repartidoras, según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión será:



PORTAL 1 (18 VIVIENDAS + FINCA + GARAJE.)	
CENTRALIZACIÓN	POTENCIA (Kw) INSTALADA SEGÚN ITC-BT-10
18 VIVIENDAS	126,04
SERVICIOS COMUNES DE PORTAL	8,00
GARAJE	12,00
POTENCIA TOTAL DE LA CENTRALIZACIÓN:	146

Tabla 20. Centralización de contadores portal 1

PORTAL 2 (18 VIVIENDAS + FINCA + MANCO.)	
CENTRALIZACIÓN	POTENCIA (Kw) INSTALADA SEGÚN ITC-BT-10
18 VIVIENDAS	126,04
SERVICIOS COMUNES DE PORTAL	8,00
SERVICIOS DE MANCOMUNIDAD	1,950
POTENCIA TOTAL DE LA CENTRALIZACIÓN:	135,950

Tabla 21. Centralización de contadores portal 2

Teniendo en cuenta el tipo de instalación, bajo tubo, que nos limita para cada conductor y aislamiento el valor de la intensidad máxima admisible definida por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, Instrucción ITC-BT-06, efectuadas las correcciones que por agrupación de cables, factor de potencia de 0,95, temperatura ambiente esperada y finalmente admitiendo una caída máxima en la línea general de alimentación de 0,5%, según dispone la Instrucción ITC-BT-14, resultará:

LINEAS GENERALES DE ALIMENTACIÓN N° 1							
LÍNEA	CENTRALIZACIÓN	POTENCIA (W)	Amperios	Sección (mm²)	Longitud (m)	Caída de tensión (%)	Caída de tensión (V)
LR1	CENTRALIZACIÓN	146.000	210	95	28	0.48	1.92
POTENCIA TOTAL:		146.000					

Tabla 22. Cálculo línea de alimentación 1



LINEAS GENERALES DE ALIMENTACIÓN N° 2							
LINEA	CENTRALIZACIÓN	POTENCIA (W)	Amperios	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Caida de tensión (%)	Caida de tensión (V)
LR1	CENTRALIZACIÓN	135.950	196	95	16	0.30	1.32
POTENCIA TOTAL:		146.000					

Tabla 23. Cálculo línea de alimentación 2

Los conductores seleccionados tanto por sección como por tipo de aislamiento resultan validos.

La línea general de alimentación en origen irá protegidas por fusibles de Alto Poder de Ruptura alojados en la Caja General de Protección, y su intensidad nominal será de 250 Amperios.

DERIVACIONES INDIVIDUALES

Considerando las normas recogidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en su Instrucción ICT-BT-19 para líneas con conductor de 750 voltios, se determinarán las líneas de derivaciones individuales correspondientes a consumos independientes por vivienda y Servicio de finca cuyos resultados se reflejan a continuación:

PORTAL 1

ABONADO		POTENCIA	TENSION	AMPERIOS	SECCION	LONGITUD	C.D. %
BAJA	A	9200	230	40	10	11	0,68
BAJA	B	9200	230	40	10	12	0,75
BAJA	M	9200	230	40	10	13	0,81
BAJA	N	9200	230	40	10	11	0,68
PRIMERA	E	9200	230	40	16	18	0,70
PRIMERA	F	9200	230	40	16	19	0,74
PRIMERA	G	9200	230	40	16	21	0,82
PRIMERA	H	9200	230	40	16	18	0,70
PRIMERA	I	9200	230	40	16	19	0,74
SEGUNDA	E	9200	230	40	16	24	0,93
SEGUNDA	F	9200	230	40	16	22	0,85
SEGUNDA	G	9200	230	40	16	21	0,82
SEGUNDA	H	9200	230	40	16	19	0,74
SEGUNDA	I	9200	230	40	16	17	0,66
BAJO CUBIERTA	J	9200	230	40	16	21	0,82
BAJO CUBIERTA	K	9200	230	40	16	25	0,97
BAJO CUBIERTA	L	9200	230	40	16	24	0,93
BAJO CUBIERTA	LL	9200	230	40	16	25	0,97
FINCA		8000	400	20	10	15	0,23
GARAJE		16000	400	40	10	16	0,50

Tabla 24. Cálculo caída de tensión portal

**PORTAL 2**

ABONADO		POTENCIA	TENSION	AMPERIOS	SECCION	LONGITUD	C.D. %
BAJA	A	9200	230	40	10	11	0,68
BAJA	B	9200	230	40	10	12	0,75
BAJA	M	9200	230	40	10	13	0,81
BAJA	N	9200	230	40	10	11	0,68
PRIMERA	E	9200	230	40	16	18	0,70
PRIMERA	F	9200	230	40	16	19	0,74
PRIMERA	G	9200	230	40	16	21	0,82
PRIMERA	H	9200	230	40	16	18	0,70
PRIMERA	I	9200	230	40	16	19	0,74
SEGUNDA	E	9200	230	40	16	24	0,93
SEGUNDA	F	9200	230	40	16	22	0,85
SEGUNDA	G	9200	230	40	16	21	0,82
SEGUNDA	H	9200	230	40	16	19	0,74
SEGUNDA	I	9200	230	40	16	17	0,66
BAJO CUBIERTA	J	9200	230	40	16	21	0,82
BAJO CUBIERTA	K	9200	230	40	16	25	0,97
BAJO CUBIERTA	L	9200	230	40	16	24	0,93
BAJO CUBIERTA	LL	9200	230	40	16	25	0,97
FINCA		8000	400	20	10	15	0,23
MANCOMUNIDAD		1950	400	2.8	10	16	0,27

Tabla 25. Cálculo caída de tensión portal 2

Los conductores seleccionados, resultan válidos tanto por intensidad como por caída de tensión, según la Instrucción ITC-BT-15.

CIRCUITOS A RECEPTORES DE VIVIENDAS

Son los que saliendo del cuadro general de mando y protección de las viviendas alimentan a los diferentes consumos.

Sus características se resumen en la siguiente tabla considerando los casos más desfavorables - máximas longitudes y máxima potencia - con aislamiento de los conductores para 750 voltios y en lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-25.

CIRCUITOS DE VIVIENDAS

DESCRIPCIÓN	CIRCUITO	Potencia instalada (W)	Amperios	Sección (mm ²)	Caída de tensión a origen %
COCINA	C1	5400	25,98	6	1,13
TOMAS DE CORRIENTE USO GENERAL	C2	3450	16,60	2,5	1,86
TOMAS DE CORRIENTE COCINA Y BAÑO	C3	1207.5	5,8	2.5	1,55



ALUMBRADO	C4	750	3,61	1,5	1,25
AIRE ACONDICIONADO	C5	3500	16,90	6	1,88
LAVADORA	C6	3450	16,60	2,5	1,60
TERMO	C7	3450	16,60	2,5	1,60

Tabla 26. Cálculo de potencia en cada circuito de las viviendas

CIRCUITOS A RECEPTORES DE FINCA

Partirán desde el cuadro de finca los diferentes circuitos a los consumos propios de la misma: ascensores, alumbrado fijo, alumbrado de reloj, portero automático, antena etc. En la tabla siguiente se reflejan los casos más desfavorables para consumos de alumbrado y fuerza motriz.

PROTECCIONES			CIRCUITOS	POTEN.	INT.	TENS	SECC	LONG	C. de Ten. (v)	C. de Ten. (%)
I. GENERAL	P. PARCIALES									
4x32	4x25	4x40/300	ASCENSOR	2.300	3,32	400	6,0	25	0,86	0,37
	2X40	2x25	RITI	750	3,26	230	6,0	18	0,35	0,15
		2x25	RITS	750	3,26	230	6,0	26	0,50	0,22
	2x40/30	2x10	ALUMBRADO 1	290	1,26	230	1,5	15	0,45	0,20
		2x10	EMERGENCIA 1	120	0,52	230	1,5	16	0,20	0,09
		2x10	ALUMBRADO 2	500	2,17	230	1,5	21	1,09	0,47
	2x40/30	2x10	EMERGENCIA 2	150	0,65	230	1,5	11	0,17	0,07
		2x10	ALUMBRADO 3	800	3,48	230	1,5	9	0,75	0,32
		2x10	EMERGENCIA 3	150	0,65	230	1,5	15	0,23	0,10
		2x16	USOS VARIOS	600	2,61	230	2,5	18	0,67	0,29
	2x40/30	2x10	VIDEO PORTERO	50	0,22	230	1,5	10	0,05	0,02
		2x10	ALUMBRADO 5	500	2,17	230	1,5	11	0,57	0,25
		2x10	EMERGENCIA	320	1,39	230	1,5	9	0,30	0,13
		2x10	ALUMBRADO 6	360	1,57	230	1,5	15	0,56	0,24
		2x16	ALUMBRADO 7	360	1,57	230	1,5	10	0,37	0,16

Tabla27. Cálculos receptores de finca

CIRCUITOS A RECEPTORES DE MANCOMUNIDAD

Partirán desde el cuadro de mancomunidad los diferentes circuitos a los consumos propios de las zonas comunes de los dos portales: Grupo de Presión y Bomba de Achique En la tabla siguiente se reflejan los casos más desfavorables para los diferentes consumos

PROTECCIONES			CIRCUITOS	POTEN.	INT.	TENS	SECC	LONG	C. de Ten. (v)	C. de Ten. (%)
I. GENERAL	DIFER.	PIAS								
4X32	4X40/300	4X25	GRUPO DE PRESION	1.300	1,88	400	6,0	15	0,29	0,13
	2X40/300	2X16	BOMBA DE ACHIQUE	650	5,65	230	2,5	19	0,77	0,33

Tabla 28. Cálculo de mancomunidad



11.3 MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN

La máxima caída de tensión es la suma de las producidas en las líneas repartidoras, derivaciones individuales y circuitos a receptores. No deberán sobrepasar el 3% en alumbrado y el 5% en fuerza, Según dispone la Instrucción ICT-BT-19 p.2.2.2. tal condición se cumple verificando la suma de dichas caídas, esto se puede ver circuito por circuito en las tablas anteriores.



12 PLIEGO DE CONDICIONES



12.1 EJECUCIÓN Y MATERIALES DE LA INSTALACIÓN

LÍNEAS REPARTIDORAS

Por estar los contadores concentrados en un local destinado a este fin, las líneas repartidoras enlazarán las cajas generales de protección con el lugar de concentración de los contadores, terminarán en un interruptor de corte en carga, de intensidad adecuada y quedará protegida contra cualquier manipulación indebida.

Las líneas repartidoras serán totalmente independientes, no admitiéndose en un mismo tubo circuitos correspondientes a otros abonados, discurrirán por lugares de uso común de la finca, en este caso por el techo del garaje.

Las líneas repartidoras estarán constituidas por cables unipolares de cobre con una tensión de aislamiento de 0,6/1 KV. Tipo RZ1, irán en tubo o bandeja metálica en montaje superficial. La caída de tensión, al ser destinada a contadores totalmente concentrados, no sobrepasará el 0,5%.

Para la sección del conductor neutro se tendrá en cuenta el máximo desequilibrio que pueda preverse y su adecuado comportamiento, en función de las protecciones establecidas, ante las sobrecargas y cortocircuitos que puedan presentarse.

DERIVACIÓN INDIVIDUAL.

Será totalmente independiente las derivaciones individuales a los distintos abonados, no admitiéndose en un mismo tubo ni en cajas de paso o derivación líneas pertenecientes a distintos abonados. No admitiéndose el empleo de un neutro común

En todos los casos, siempre que sea posible, la línea de alimentación al cuadro general discurrirá por lugares de uso común.

Las derivaciones individuales enlazarán el contador de cada abonado con los dispositivos privados de mando y protección.

Estará constituida por conductores aislados en el interior de tubo en montaje superficial fijado a paramento.

Los tubos que se destinan a contener los conductores de las líneas de alimentación a cuadros deberán ser de un diámetro que permita ampliar la sección de los conductores en un 50% y su diámetro mínimo permitido será de M-40.

Se recomienda alojar la línea en el interior de una canaladura preparada a este fin en la caja de la escalera, que esté cerrada convenientemente pero practicable desde lugares de uso común.



CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Se colocará lo más cerca posible a la entrada de la vivienda, en lugar fácilmente accesible, será de material no inflamable.

Desde el Cuadro General de Mando y Protección partirán los circuitos a cada vivienda, instalándose un sistema de protección general contra contactos indirectos a base de un interruptor diferencial de alta sensibilidad e interruptores automáticos magnetotérmicos omnipolares para la protección contra sobrecargas y cortacircuitos de los circuitos.

En el cuadro de distribución se dispondrá de bornes para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

CANALIZACIONES

Las canalizaciones serán de dos tipos fundamentalmente.

- Tubos de PVC rígido, aislamiento de 450 V.
- Tubos de PVC coarrugado, aislamiento de 450 V.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubo protector se tendrá en cuenta lo siguiente:

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente las líneas paralelas a las verticales y horizontales.

Los tubos se unirán entre si mediante accesorios adecuados.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no se originarán reducciones de sección inadmisibles.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados éstos y sus accesorios, disponiendo de los registros que se consideren necesarios.

El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no serán superior a tres. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocarse éstos.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas registro de dimensiones que permitan alojar holgadamente los conductores que deben contener.

La profundidad de las cajas equivaldrá, cuando menos, al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm. para su profundidad y, 80 mm. para el diámetro o lado interior.

Para la unión de conductores empalmes o derivaciones se utilizarán bornes de conexión.



Las canalizaciones admitirán un mínimo de dos conductores de igual sección, uno de ellos es identificado como conductor neutro y eventualmente un conductor de protección cuando sea necesario.

CONDUCTORES

Los conductores activos serán unipolares de cobre electrolítico rígido y estarán aislados, como mínimo para la tensión de 750 Voltios, a excepción de las líneas repartidoras, con capa de PVC. Las secciones serán adecuadas para cada servicio.

Las líneas repartidoras estarán constituidas por conductores unipolares, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1 KV tipo RZ1.

Los conductores serán fácilmente identificables, especialmente los conductores neutros y de protección. El neutro se le identificará por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Los conductores de fase en un sistema trifásico se identificarán con los colores marrón, negro y gris, Para un sistema monofásico está prohibido el uso del color gris.

No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Los conductores de protección serán de cobre con el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán en la misma canalización de éstos. Los conductores de protección tendrán una sección igual a los conductores de fase siempre que ésta sea menor o igual a 16 mm². Si es mayor se dispondrá una sección mínima de la mitad del conductor de fase. Cuando el conductor de protección se instale independientemente de la canalización que lleva los conductores activos, tiene no obstante que seguir el curso de la misma.

Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en que derive, utilizando un borne de conexión de forma que permita la separación de cada circuito derivado del resto de la instalación.

La conexión de los conductores unipolares se realizará sobre el conductor de fase, en caso de circuitos con dos fases, sobre el conductor no identificado como conductor neutro.

CAJAS Y MECANISMOS

Las cajas de derivación serán empotrables de material aislante y tapa del mismo material, ajustable con tornillos.

Los interruptores serán de corte unipolar, empotrables con bases aislantes y bornes para la conexión de conductores y mecanismo de interrupción, soporte metálico de fijación con dispositivos de fijación a caja, mando accionable manualmente y placa de cierre aislante. Su intensidad nominal mínima será de 10 Amperios.

Los conmutadores serán empotrables, de las mismas características de los interruptores, pero con mecanismo de interrupción conmutada.



Las bases de enchufe serán empotradas, constituidas por bases aislantes con bornes para la conexión de los conductores de fase, neutro y protección, dos alvéolos para enchufe de clavija y dos patillas laterales para contacto del conductor de protección. Soporte metálico con dispositivo de fijación a la caja de cierre aislante.

Los pulsadores serán empotrables, constituidos por bases aislantes con bornes para conexión del conductor de fase y mecanismo de contacto, soporte metálico con dispositivo de fijación a la caja, mando accionable manualmente, y placa de cierre aislante.

El zumbador estará constituido por base aislante, con bornes para conexión de conductores de fase y neutro, lámina vibratoria y cierre aislante.

INSTALACIÓN EN CUARTOS DE BAÑO Y ASEOS

En el volumen de protección no se instalarán interruptores, tomas de corriente ni aparatos de iluminación. En dicho volumen se podrán instalar aparatos de alumbrado de instalación fija con aislamiento de la Clase II o en su defecto que no presente ninguna parte metálica accesible.

Fuera del volumen de protección, podrán instalarse interruptores, aparatos de alumbrado y tomas de corriente, estas últimas provistas de contacto de puesta a tierra.

TOMAS DE TIERRA

Para evitar diferencias de potencial peligrosas y que se permita el paso a tierra de las corrientes de falta o la de descarga de origen atmosférico, se dispondrá de un circuito de tierra, de resistencia menor a 20 Ohmios, conectado a todas las partes metálicas no sometidas a tensión, canalizaciones metálicas, aparellaje y carcasas metálicas de los receptores, dicho circuito se ligará, sin fusible o protección alguna a una instalación formada por electrodos enterrados en el suelo.

Las partes de puesta a tierra comprenderán:

- Tomas de tierra.
- Líneas principales a tierra.
- Derivaciones de las líneas principales de tierra.
- Conductores de protección.

Las tomas de tierra estarán constituidas por electrodos, líneas de enlace con tierra y puntos de puesta a tierra.

Los electrodos, serán unas barras de cobre o acero de 14 mm. de diámetro y de una longitud mínima de 2 metros, en caso de ser de acero estarán recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado. Las líneas de enlace con tierra.

Las líneas de enlace estarán formadas por conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos con los puntos de puesta a tierra, serán cables de cobre desnudos de 35 mm² de sección, como mínimo.



Los puntos de puesta a tierra servirán de unión entre la línea de enlace y la línea principal de tierra, estará constituido por un dispositivo de conexión, que permita dicha unión a base de soldaduras aluminotécnicas.

Las líneas principales de tierra estarán formadas por conductores que parten del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las conexiones de puesta a tierra de centralización de contadores y guías de ascensores. En nuestro caso la sección para contadores será de 70 mm² al ser el conductor de fases de 95 mm² de sección. La conexión con ascensores se hará con cable de 35 mm².

Las derivaciones de las líneas a tierra estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección.

Los conductores de protección se instalarán de acuerdo con la siguiente tabla:

Secciones de los conductores de fases de la instalación (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

Tabla 29. Sección mínima de los conductores

Los conductores de protección serán de cobre con el mismo aislamiento que los conductores activos y se instalarán por la misma canalización de estos.

La sección de los conductores de protección no será menor de 2,5 mm².

MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La propiedad recibirá al finalización de las instalaciones, planos definitivos de dichas instalaciones y referencias del domicilio social de la Empresa Instaladora.

No se podrá modificar la instalación sin la intervención del instalador autorizado o del Técnico Competente según corresponda.

Cada dos años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortacircuitos, contactos indirectos así como sus intensidades nominales en relación con los conductores que protegen.

Para limpiezas o cambio de lámparas y cualquier otra manipulación en la instalación, se desconectará el pequeño interruptor automático correspondiente.

Para ausencias prolongadas se desconectará el interruptor general.

Cada cinco años se comprobará el aislamiento de la instalación interior entre conductor y tierra y entre cada dos conductores, no deberá ser menor de 250.000 Ohmios.



Cuando se realicen obras que pudiesen dar lugar al corte de los conductores, se comprobará la continuidad de las conexiones equipotenciales entre masas y elementos conductores, así como con el conductor de protección.

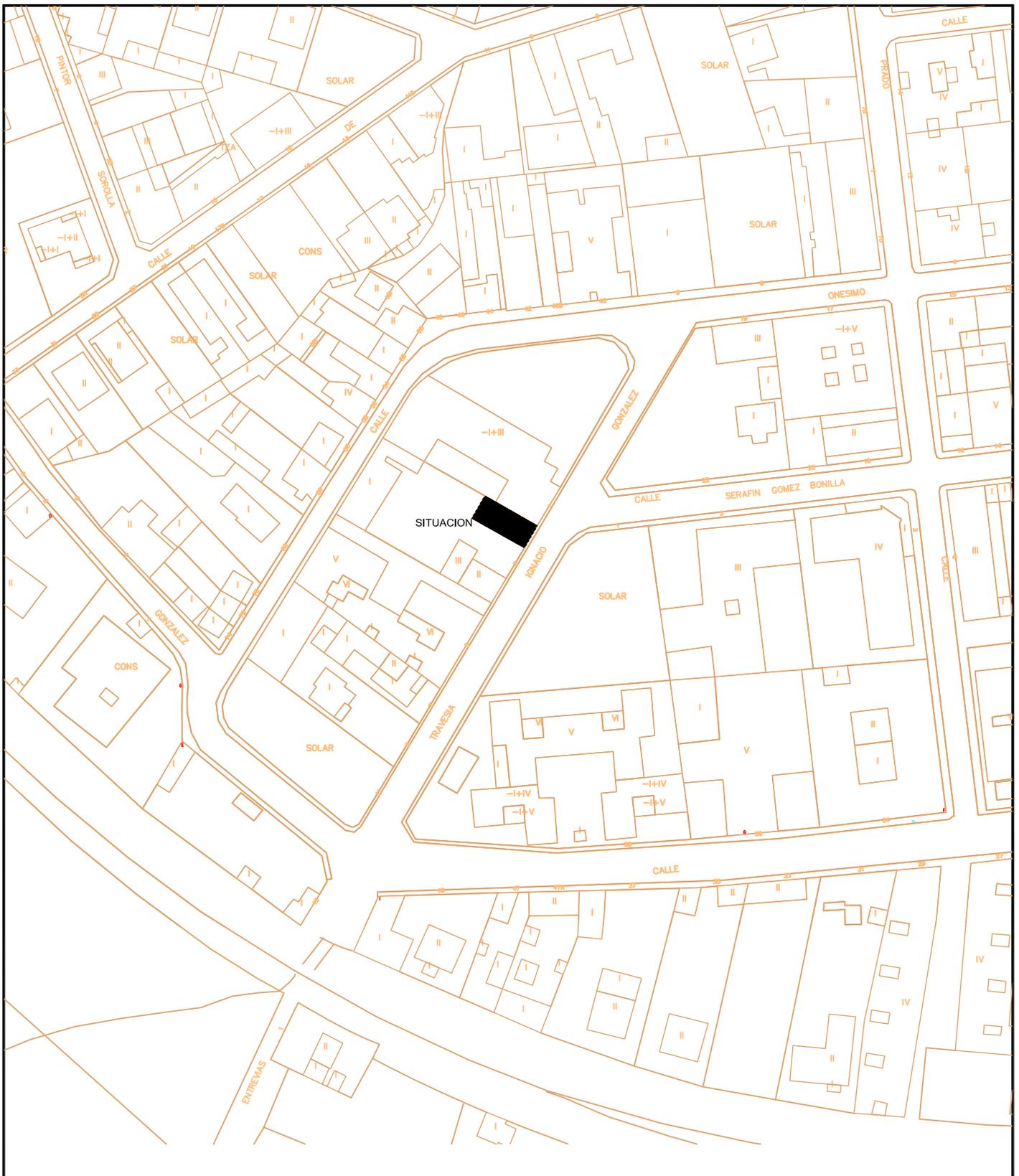
Cada año y en la época en la que el terreno esté más seco, se medirá la instalación de la tierra y se comprobará que no sobrepase el valor permitido.



13 PLANOS



14 PRESUPUESTO



MARCOS GARCÍA BLANCO

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN EDIFICIO DESTINADO A VIVIENDAS
Travesía de Ignacio Gonzalez. Collado Villalba. (MADRID).

Plano de Situación y Emplazamiento.

Escala

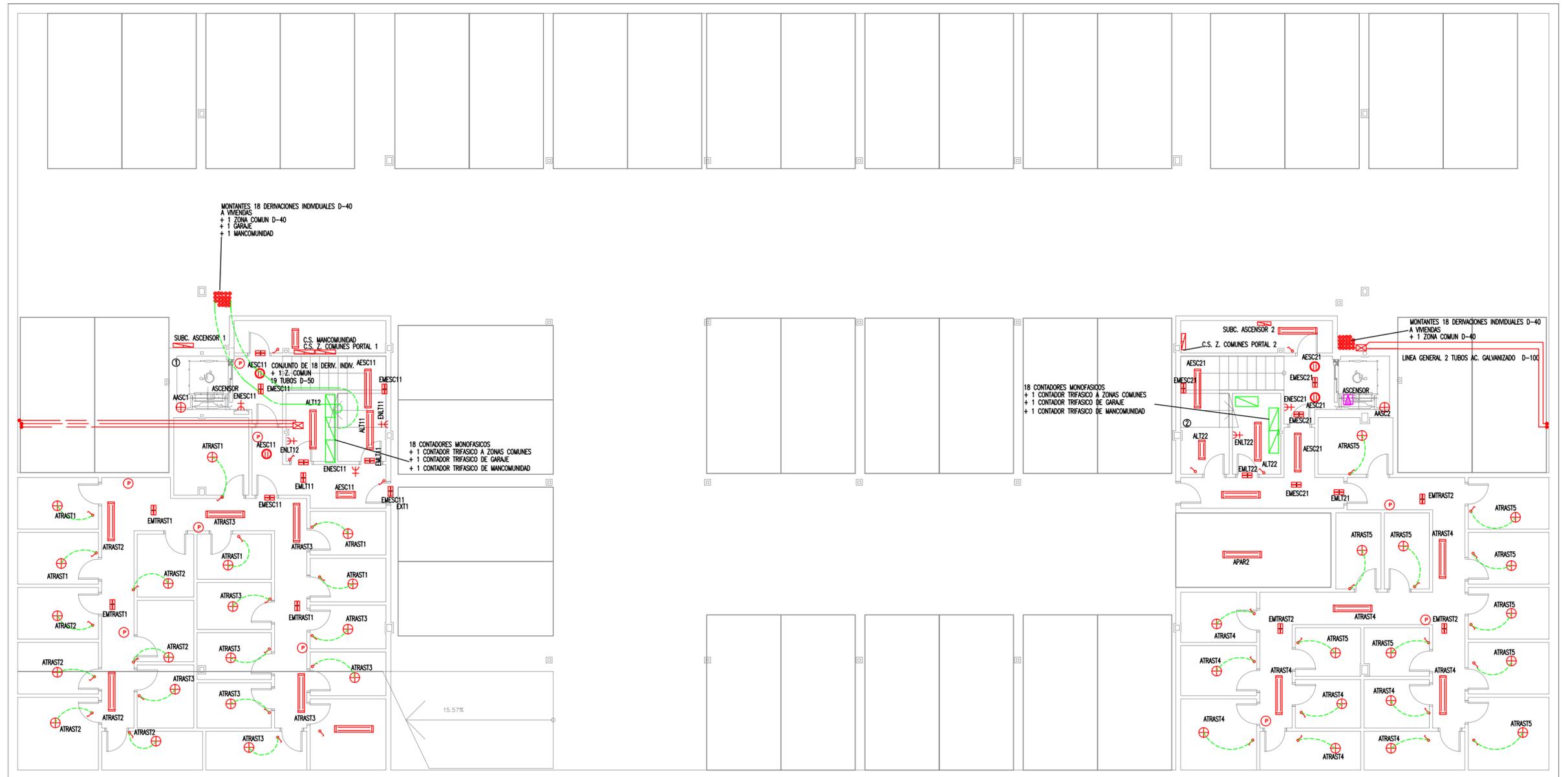
S/E

Fecha

Enero 09

Plano nº

IE-01



PLANTA SÓTANO

SIMBOLOGÍA

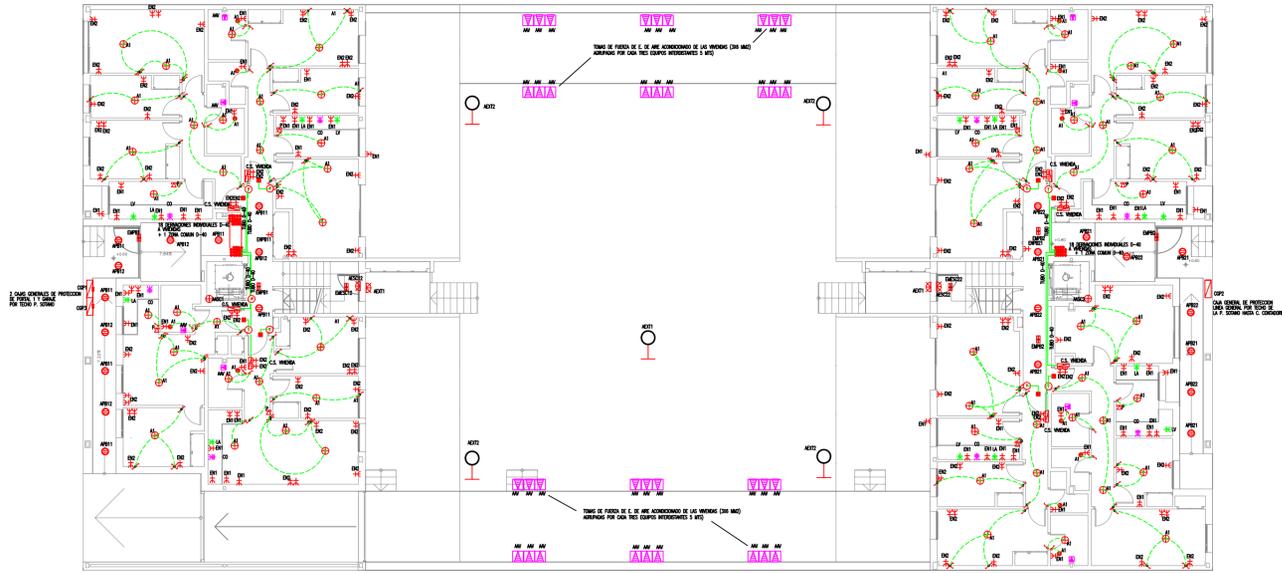
⊕	PUNTO DE ENCHUFE DE 10/16A EMPOTRADOS EN VIVIENDAS Y ESTANCOS EN PLANTA SÓTANO Y EXTERIORES.	未	PUNTO DE ENCHUFE DE 10/16A EMPOTRADOS EN VIVIENDAS Y ESTANCOS EN PLANTA SÓTANO Y EXTERIORES.
⊙	EMPOTRADO HALÓGENO 120/50 W	未	TOMA DE FUERZA MONOFÁSICA DE 20 Y 25A
⊕	EMPOTRADO DE LAMPARA DE AHORRO DE ENERGÍA TIPO PL 2x20W	未	INTERRUPTOR COMUTADOR SIMPLE 10 A. APROBADO POR D.F.
⊕	PUNTO DE LUZ EN PARED INTERIOR DE VIVIENDAS, TRASTEROS Y Z. PRIVADAS.	未	INTERRUPTOR COMUTADOR DE CRUZAMIENTO. APROBADO POR D.F.
⊕	APLIQUE DECORATIVO (AHORRO DE ENERGÍA) EN ZONAS COMUNES.	未	INTERRUPTOR SIMPLE. APROBADO POR D.F.
⊕	REGLETA FLUORESCENTE ESTANCA 2x58W/2x36W/2x18W (1/50/1/20/0,6 MTS) SEGUN MEDIDA	未	PULSADOR DE LUZ DE ESCALERA O APARCAMIENTO. APROBADO POR D.F.
⊕	EQUIPO DE EMERGENCIA FLUORESCENTE DE 9W. 300LUMENES	未	PULSADOR DE TIMBRE. APROBADO POR D.F.
⊕	CUADRO ELECTRICO	未	TELEFONO DE PORTERO ELECTRICO. APROBADO POR D.F.
⊕	NOTA: LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS CIRCUITOS ELECTRICOS ESTÁN DESCRITAS EN LOS ESQUEMAS UNIFILARES DEL ANEXO DE CÁLCULO DE ESTE PROYECTO PARA EL TRAZADO DEFINITIVO DE CANALIZACIONES Y TUBERÍAS EN LAS VIVIENDAS VER LOS PLANOS DE FALSOS TECHOS EN EL PROYECTO DE ARQUITECTURA	未	TIMBRE DE VIVIENDA
		未	ACOMETIDA ELECTRICA A MOTOR O EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO
		未	LAMPARA DE HALÓGENOS 125 W. APROBADA POR D.G. EN ESFERA D-40 MM Y BACULO DE ALUMINO DE 3 MTS DE ALTURA

MARCOS GARCÍA BLANCO

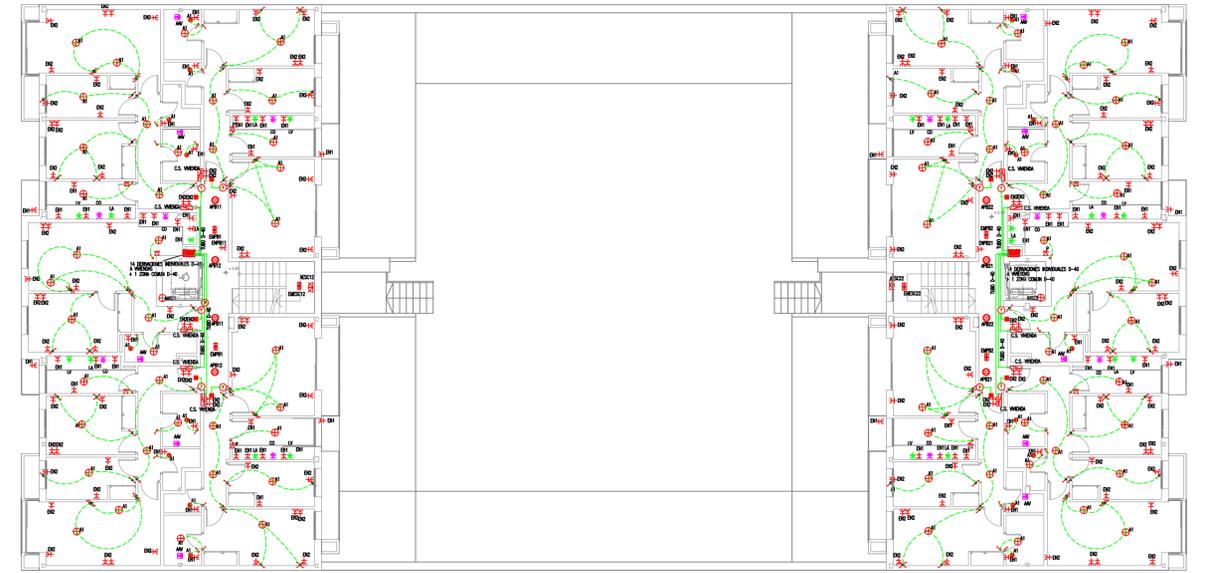
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN EDIFICIO DESTINADO A VIVIENDAS
Travesía de Ignacio Gonzalez. Collado Villalba. (MADRID).

Planta Sótano . (Eléctricidad).

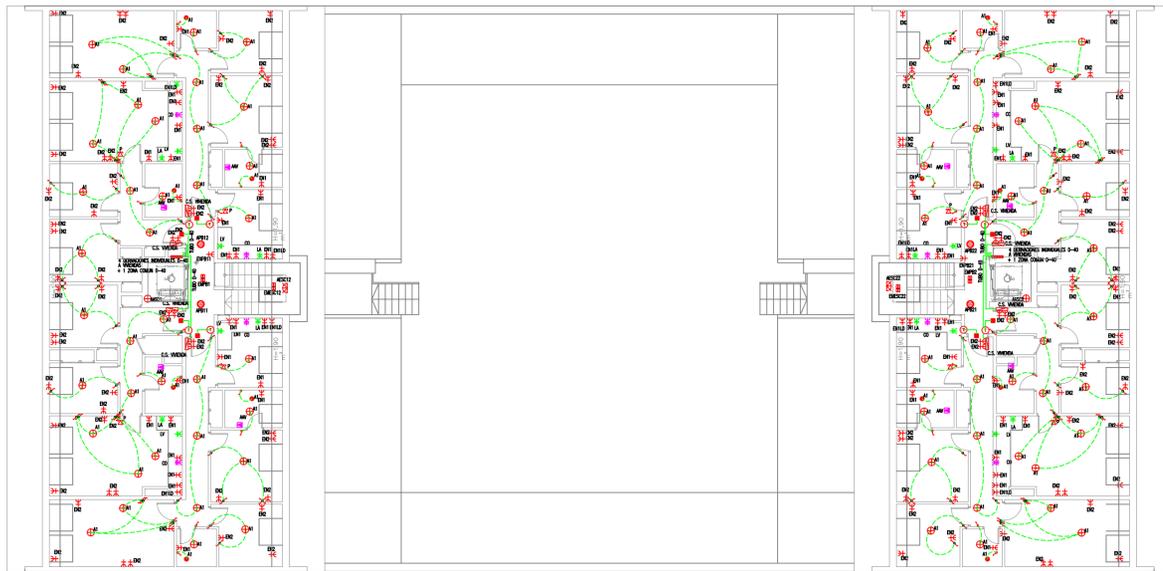
Escala 1:100 Fecha Enero 09 Plano nº IE-02



PLANTA BAJA



PLANTA TIPO (1ª y 2ª)



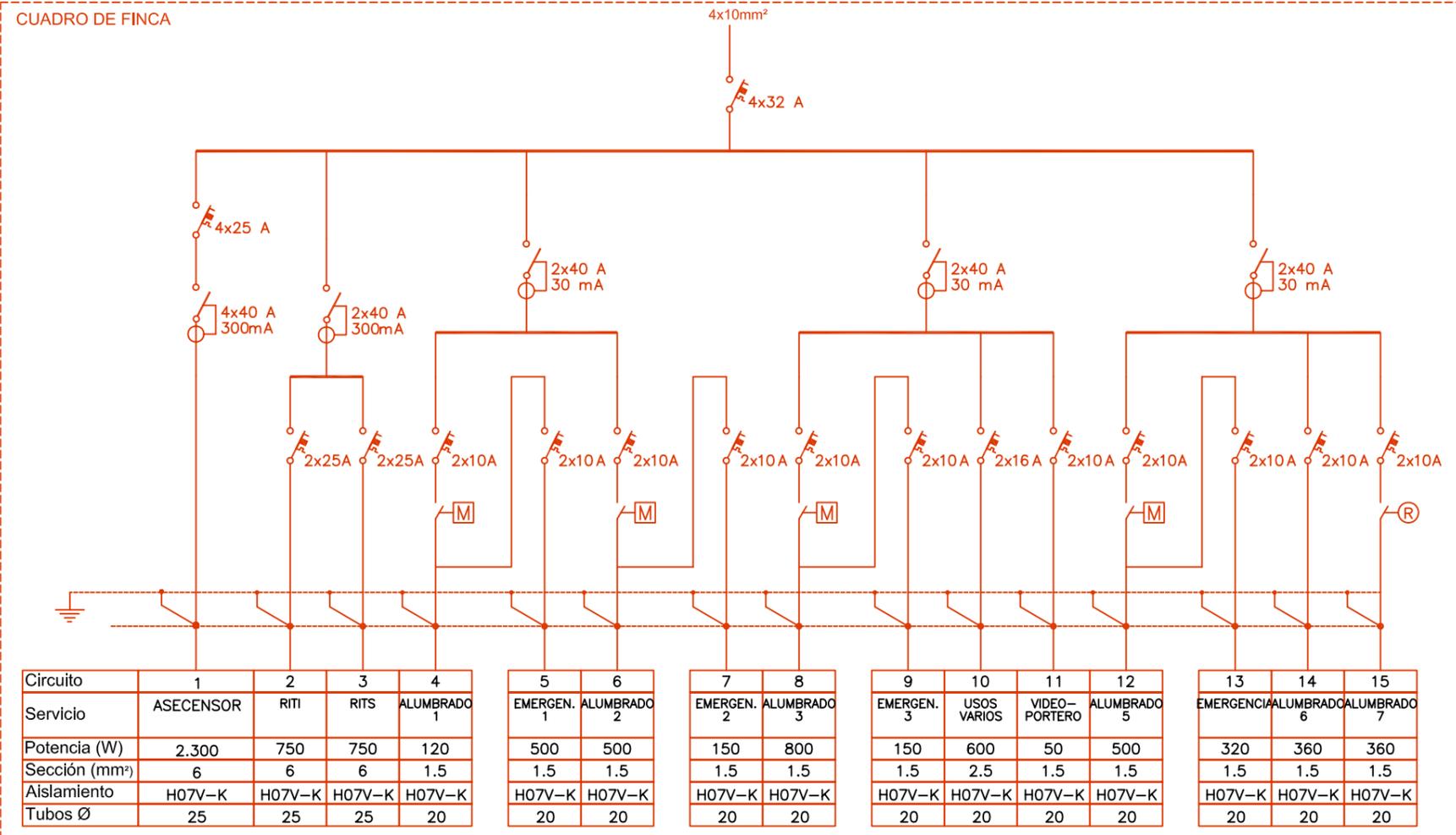
PLANTA BAJO CUBIERTA

SIMBOLOGÍA

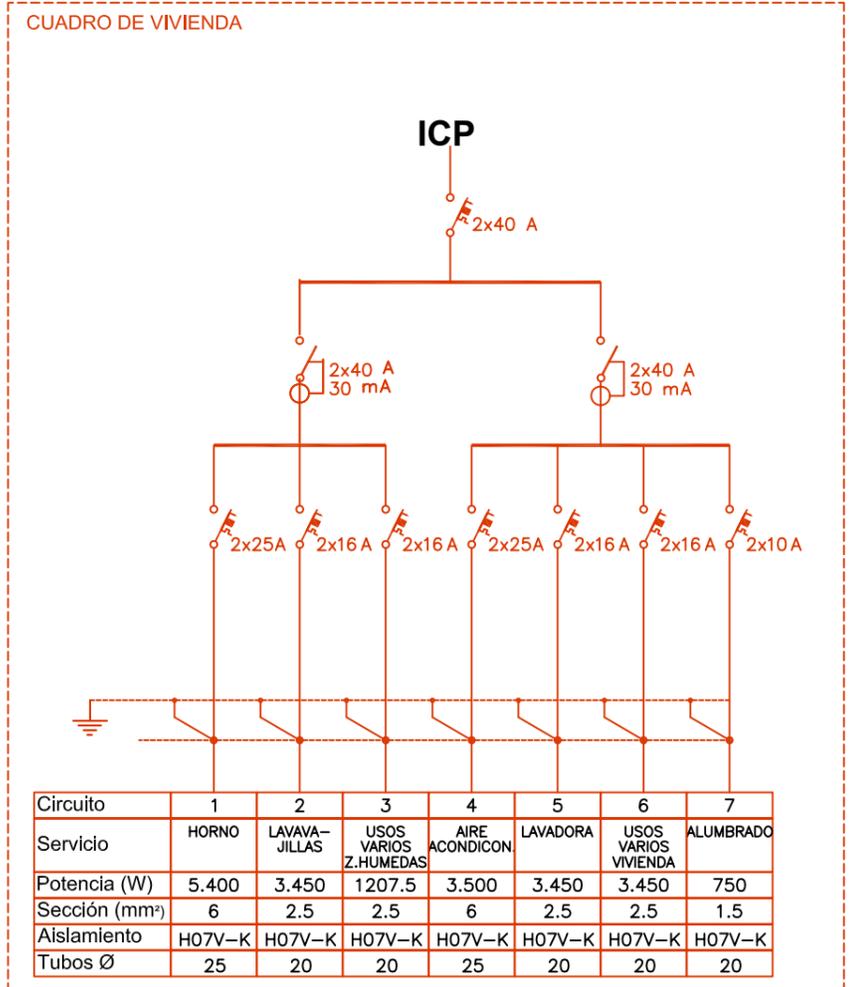
<ul style="list-style-type: none"> ● PUNTO DE LUZ EN TENDÓN ● EMPUJADOR HALÓGENO 100/30 W ○ EMPUJADOR DE LAMPARA DE AHORRO DE ENERGÍA TIPO PL 200W ⊗ PUNTO DE LUZ EN PARED INTERIOR DE VIVIENDA, INSTANTÁNEO Y 2 PUNTO DE LUZ EN PARED EXTERIOR DE VIVIENDA EN ZONA COMÚN ⊗ BOMBILLA FLUORESCENTE ESTANDBY/STARTER ⊗ EQUIPO DE EMERGENCIA FLUORESCENTE DE 36V. SOLAMENTE ⊗ CUADRO ELÉCTRICO 	<ul style="list-style-type: none"> ⊗ PUNTO DE CARGA DE 10/15A. EMPUJADOR EN VIVIENDA Y ESTANDBY EN PLANTA SOSTRÓ y EXTERIORES ⊗ TOMA DE FUERZA MONOFÁSICA DE 20 y 23A ⊗ INTERRUPTOR CONTACTOR SIMPLE O D. A. APROBADO POR D.F. ⊗ INTERRUPTOR SIMPLE APROBADO POR D.F. ⊗ PALANCA DE LUZ DE ESCALERA O APARATOS APROBADO POR D.F. ⊗ PALANCA DE TUBO APROBADO POR D.F. ⊗ RELAYADO DE FUERZA ELÉCTRICA APROBADO POR D.F. ⊗ TABLERO DE VIVIENDA ⊗ MONITOR ELÉCTRICO A MOTOR O EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO ⊗ LAMPARA DE HALÓGENOS O D. A. APROBADA POR D.F. EN ZONA COMÚN DE 2 MET. DE ALTO
--	--

NOTA: LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS ELÉCTRICOS ESTÁN RECIBIDAS EN LOS ESTADOS ANTERIORES DEL ÁMBITO DE CALIDAD DE ESTE PROYECTO. PARA EL TALLADO DEFINITIVO DE CONDUCCIONES Y TUBERÍAS EN LAS VIVIENDAS VER LOS PLANOS DE PLACOS TODOS EN EL PROYECTO DE ARQUITECTURA

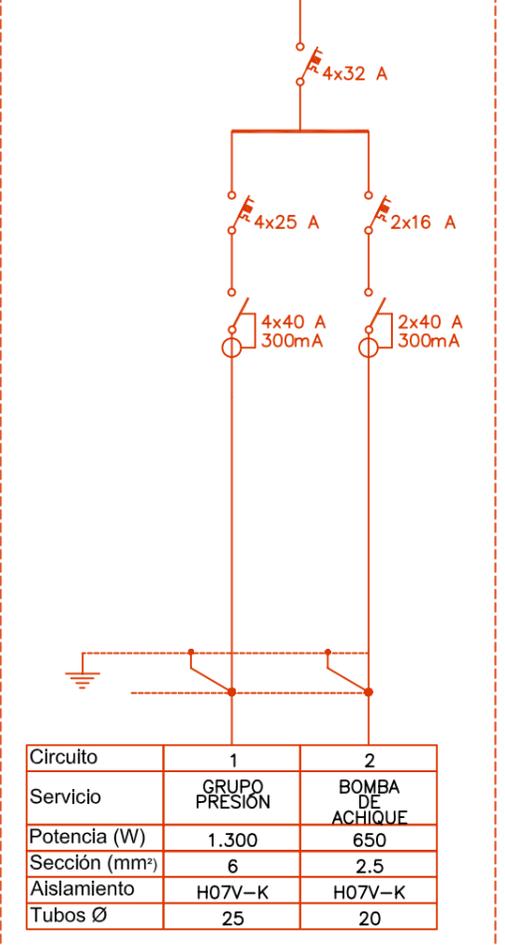
CUADRO DE FINCA



CUADRO DE VIVIENDA



CUADRO DE MANCOMUNIDAD



Legenda

- Automático
- Automático gral
- Diferencial



MARCOS GARCÍA BLANCO

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN EDIFICIO DESTINADO A VIVIENDAS
Travesía de Ignacio Gonzalez. Collado Villalba. (MADRID).

Esquemas Unifilares

Escala	S/E	Fecha	Enero 09	Plano n°	IE-04
--------	-----	-------	----------	----------	-------



PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE 36 VIVIENDAS			
CAPITULO 1.- C.G.P. Y LÍNEAS GENERALES DE ALIMENTACIÓN.			
Uds.	CONCEPTO	UNIT.	TOTAL
1	Ud. de suministro y montaje de caja generales con bases portafusibles (C.G.P.) montados sobre bastidor para empotrar en mechinal, según esquema normalizado por compañía suministradora.	107,00	107,00
34,00	Ml. de suministro y montaje de línea general de alimentación por techo de garaje en bandeja desde C.G.P.. hasta cuarto de contadores, formada por conductor 3x120+70 mm ² de Cu y RZ1-K 0.6/1 KV de tensión nominal de aislamiento libre de halógenos, incluso pequeño material auxiliar. Cableado y conexionado.	47,00	1.598,00
19	Ml. de suministro y montaje de línea general de alimentación por techo de garaje en bandeja desde C.G.P.. hasta cuarto de contadores, formada por conductor 3x95+50mm ² de Cu y RZ1-K 0.6/1 KV de tensión nominal de aislamiento libre de halógenos, incluso pequeño material auxiliar. Cableado y conexionado.	17,00	323,00
	TOTAL CAPITULO 1	.....	2.028,00
CAPITULO 2.- CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES.			
Uds.	CONCEPTO	UNIT.	TOTAL
2	Ud. de suministro y montaje de centralización de contadores formada por módulos de poliéster adosados entre sí con capacidad para alojar:		
	* 18 contadores monofásicos para viviendas.		
	* 1 contador trifásico para servicios comunes.		
	Incluso:		
	* unidad funcional de embarrado y fusible de seguridad.		
	* unidad funcional de bornas y barra de tierra.		
	* unidad de interruptor de corte en carga de 250A.		
	Cableado y conexionado.	482,00	964,00
1	Ud. de suministro y montaje de centralización de contadores formada por módulos de poliéster adosados entre sí con capacidad para alojar:		
	* 2 contadores trifásicos para mancomunidad y garaje.		
	Incluso:		
	* unidad funcional de embarrado y fusible de seguridad.		
	* unidad funcional de bornas y barra de tierra.		
	* unidad de interruptor de corte en carga de 250A.		
	Cableado y conexionado.	202,00	202,00



		TOTAL CAPITULO 2	1.166,00
CAPITULO 3.- DERIVACIONES INDIVIDUALES.			
Uds.	CONCEPTO	UNIT.	TOTAL
463	Mls. de derivación individual para viviendas realizada con conductor (1+N+TT)x 10 mm ² Cu +1x1.5 mm ² Cu y ESH07Z1-K de aislamiento libre de halógenos, bajo tubo de PVC de M-40 de diámetro, incluso p.p de tapas de registro, bases soporte, y pequeño material.	6,70	3.102,10
417	Mls. de derivación individual para viviendas realizada con conductor (1+N+TT)x 16 mm ² Cu +1x1.5 mm ² Cu y ESH07Z1-K de aislamiento libre de halógenos, bajo tubo de PVC de M-50 de diámetro, incluso p.p de tapas de registro, bases soporte, y pequeño material.	8,80	3.669,60
42	Mls. de derivación individual para cuadros servicios comunes portal realizada con conductor (3F+N+TT)x 10 mm ² Cu y ESH07Z1-K de aislamiento libre de halógenos, bajo tubo de PVC de M-40 de diámetro, incluso p.p tapas de registro, bases soporte, y pequeño material.	6,20	260,40
21	Mls. de derivación individual para cuadros servicios mancomunidad realizada con conductor (3F+N+TT)x 10 mm ² Cu y ESH07Z1-K de aislamiento libre de halógenos, bajo tubo de PVC de M-40 de diámetro, incluso p.p tapas de registro, bases soporte, y pequeño material.	6,28	131,88
		TOTAL CAPITULO 3	7.163,98
CAPITULO 4.- INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS.			
Uds.	CONCEPTO	UNIT.	TOTAL
36	Uds. Suministro y montaje de caja de ICP de PVC auto extingible	2,60	93,60
36	Uds. Suministro y montaje de cuadro general de protección para viviendas, de grado de electrificación elevada, en caja modular de PVC auto extingible y puerta plena con los siguientes elementos:		



	* 1 Ud. Automatico General de 2x40A		
	* 2 Ud. Diferencial de 2x40/30mA		
	* 7 Ud. Automatico de 2x10/25A		
	Cableado y conexionado	119,00	4.284,00
138	Ud. de punto de luz sencillo, realizado con conductor Cu de (1+N+TT)x 1.5mm ² y 750 V de tensión nominal de aislamiento, bajo tubo flexible M-20 de diámetro en instalación empotrada, mecanismo SIMÓN 31 ó similar; incluso p.p de cajas de registro.	8,10	1.117,80
175	Ud. de punto de luz conmutado, realizado con conductor Cu de (1+N+TT)x 1.5mm ² y 750 V de tensión nominal de aislamiento, bajo tubo flexible M-20 de diámetro en instalación empotrada, mecanismo SIMÓN 31 ó similar;	14,90	2.607,50
35	Ud. de punto de luz de cruzamiento, realizado con conductor Cu de (1P+N+TT)x 1.5mm ² y 750 V de tensión nominal de aislamiento, bajo tubo flexible M-20 de diámetro en instalación empotrada, mecanismo SIMÓN 31 ó similar.	22,70	794,50
36	Ud. de punto de llamada, realizado con conductor Cu de (1P+N+TT)x 1.5mm ² y 750 V de tensión nominal de aislamiento, bajo tubo flexible M-20 de diámetro en instalación empotrada, pulsador de campana SIMÓN 31 ó similar y zumbador; incluso p.p de caja.	15,68	564,48
418	Ud. de toma de corriente usos varios 10/16 A, realizada con conductor Cu de (1+N+TT)x 2.5 mm ² y 750 V de tensión nominal de aislamiento, bajo tubo flexible M-20 de diámetro en instalación empotrada, mecanismo schuko SIMÓN 31 o similar.	11,01	4.602,18
72	Ud. de toma de corriente para lavavajillas y lavadora, realizada con conductor Cu de (1+N+TT)x2,5mm ² y 750 V de tensión nominal de aislamiento, bajo tubo flexible M-25 de diámetro en instalación empotrada, mecanismo SIMÓN 31 ó similar; incluso p.p de caja.	12,35	889,20
36	Ud. de toma de corriente usos varios para caldera , realizada con conductor Cu de (1+N+TT)x 2.5 mm ² y 750 V de tensión nominal de aislamiento, bajo tubo flexible M-20 de diámetro en instalación empotrada, mecanismo SIMÓN 31 ó similar; incluso p.p de caja.	11,01	396,36
36	Ud. de toma de corriente para cocina y horno, realizado con conductor Cu de (1+N+TT)x6mm ² y 750 V de tensión nominal de aislamiento, bajo tubo flexible M-25 de diámetro en instalación empotrada, mecanismo de 25A.	19,36	696,96



36	Ud. de toma de corriente para campana 10/16 A, realizada con conductor Cu de (1+N+TT)x 2.5 mm ² y 750 V de tensión nominal de aislamiento, bajo tubo flexible M-20 de diámetro en instalación empotrada, mecanismo schuko SIMÓN 31 o similar.	11,01	396,36
36	Ud. circuito para aire acondicionado, desde el cuadro general de protección de vivienda hasta el equipo de aire acondicionado situado en cubierta, realizada con conductor Cu de (1+N+TT)x 6 mm ² y 750 V de tensión nominal de aislamiento, bajo tubo flexible M-32 incluso p.p de pequeño material auxiliar.	35,68	1.284,48
36	Ud. de toma de corriente para aire acondicionado, realizado con conductor Cu de (1+N+TT)x6mm ² y 750 V de tensión nominal de aislamiento, bajo tubo flexible M-25 de diámetro en instalación empotrada, mecanismo de 25A.	19,36	696,96
36	Ud. Punto de termostato de calefacción, realizada con conductor Cu de (1+N+TT)x 2.5 mm ² y 750 V de tensión nominal de aislamiento, bajo tubo flexible M-20 de diámetro en instalación empotrada, sin incluir mecanismo; incluso p.p de cajas de registro, clemas y pequeño material auxiliar. Cableado y conexionado.	7,78	280,08
55	Uds. Red equipotencial en baños de viviendas, mediante conexionado de las partes metálicas de bañeras, con conductores de 2,5 mm ² de sección con aislamiento de 750 V. incluso tubo flexible.	16,35	899,25
TOTAL CAPITULO 4		.....	19.603,71
CAPITULO 5.- INSTALACIÓN DE FINCA.			
Uds.	CONCEPTO	UNIT.	TOTAL
2	Ud. de suministro y montaje de cuadro general de mando y protección para servicio de finca, compuesta por caja empotrada de PVC con puerta conteniendo los elementos indicados en los esquemas unifilares facilitados. Incluso pequeño material auxiliar, cableado y conexionado.	428,00	856,00
2	Ud. de suministro y montaje de línea secundaria de alimentación a cuadro de ascensores, realizada con conductor (3+N+TT) x 6 mm ² Cu y ESH07Z1-K de aislamiento libre de halógenos, bajo tubo PVC rígido M-40 de diámetro, incluso p.p cajas de registro, fijaciones.	127,00	254,00



2	Ud. de suministro y montaje de cuadro general de mando y protección de ascensores, compuesta por caja de empotrada de PVC con puerta conteniendo los elementos indicados en los esquemas unifilares facilitados. Incluso pequeño material auxiliar, cableado y conexionado.	267,00	534,00
2	Ud. de suministro y montaje de línea secundaria de alimentación a portero automático, realizada con conductor (F+N+TT) x 1,5 mm ² de Cu y ESH07Z1-K de aislamiento libre de halógenos, bajo tubo PVC flexible M-20 de diámetro, incluso p.p cajas de registro, fijaciones.	9,80	19,60
55	Ud. Punto de luz accionado por pulsador en servicios comunes, realizado con conductor de Cu de (F+N)x1.5mm ² libre de halógenos y 750 V de aislamiento, bajo tubo PVC M-20 de diámetro en instalación empotrada; incluido mecanismo, simón 31, p.p. de circuitos y cajas de registro, clemas y pequeño material auxiliar. Cableado y conexionado.	12,12	666,60
36	Ud. de punto de luz sencillo, realizado con conductor Cu de (1+N+TT)x 1.5mm ² y 750 V de tensión nominal de aislamiento, bajo tubo flexible M-20 de diámetro en instalación empotrada, mecanismo SIMÓN 31 ó similar; incluso p.p de cajas de registro.	8,10	291,60
8	Ud. de toma de corriente de usos varios 10/16 A en cuartos técnicos, realizada con conductor Cu de (1+N+TT)x 2.5 mm ² y 750 V de tensión nominal de aislamiento libre de halogenos, bajo tubo flexible M-20 de diámetro en instalación empotrada; incluido mecanismo estanco, p.p de circuitos y cajas de registro, clemas y pequeño material auxiliar. Cableado y conexionado.	12,20	97,60
23	Uds. de punto de luz de emergencia, realizado con conductor (1+N)x 1.5mm ² Cu y ESH07Z1-K de aislamiento libre de halógenos, bajo tubo flexible M-20 de diámetro en instalación empotrada; incluso p.p de cajas de registro, clemas y pequeño material auxiliar.	9,30	213,90
75	Ud. de punto de luz mandado por pulsador, realizado con conductor (1+N+TT)x 2.5mm ² Cu y ESH07Z1-K de aislamiento libre de halógenos, bajo tubo de PVC de M-20 de diámetro en instalación superficial.	24,01	1.800,75
21	Ud. de punto de luz de emergencia, realizado con conductor (1+N)x 1.5mm ² Cu y ESH07Z1-K de aislamiento libre de halógenos, bajo tubo de PVC M-20 de diámetro en instalación vista; incluso p.p de cajas de registro, clemas, fijaciones y pequeño material auxiliar.	22,90	480,90



10	Ud. de toma de corriente estanca de superficie, realizado con conductor (1P+N+TT)x 2.5 mm ² Cu y ESH07Z1-K de aislamiento y libre de halógenos, bajo tubo de PVC M-20 de diámetro en instalación vista, base estanca; incluso p.p cajas de registro.	19,40	194,00
44	Ud. Suministro y montaje de aparato de emergencia y señalización de 307 lúmenes, con autonomía para una hora, equipado con batería Ni.Cd. Totalmente instalado.	23,90	1.051,60
TOTAL CAPITULO 5		.....	6.460,55
CAPITULO 6.- INSTALACIÓN DE MANCOMUNIDAD.			
Uds.	CONCEPTO	UNIT.	TOTAL
1	Ud. de suministro y montaje de cuadro general de mando y protección de mancomunidad, compuesta por armario de superficie con puerta conteniendo los elementos según planos. Incluso pequeño material auxiliar, cableado y conexionado.	162,00	162,00
1	Ud. Suministro y montaje de línea secundaria de alimentación a cuadro de RITI, realizada con conductor de Cu de (F+N+TT)x10 mm ² libre de halógenos y 750 V de aislamiento, bajo tubo PVC flexible M-32, p.p cajas de registro, fijaciones, pequeño material auxiliar. Cableado y conexionado.	46,00	46,00
2	Ud. Suministro y montaje de línea secundaria de alimentación a cuadro de RITS, realizada con conductor de Cu de (F+N+TT)x6 mm ² libre de halógenos y 750 V de aislamiento, bajo tubo PVC flexible M-32, p.p cajas de registro, fijaciones, pequeño material auxiliar. Cableado y conexionado.	105,00	210,00
2	Ud. Suministro y montaje de línea secundaria de alimentación a cuadro de grupo presión, realizada con conductor de Cu de (3F+N+TT)x6mm ² libre de halógenos y 750 V de aislamiento, bajo tubo rígido PVC M-40, p.p cajas de registro, fijaciones, pequeño material auxiliar. Cableado y conexionado.	101,00	202,00



7	Ud. de punto de luz exterior, realizado con conductor (1+N+TT)x 6mm ² Cu y ESH07Z1-K de aislamiento libre de halógenos, bajo tubo de PVC de M-40 de diámetro en instalación empotrada incluyendo anillo equipontecial de 16mm.con sus correspondientes picas y material auxiliar	71,00	497,00
TOTAL CAPITULO 7		.....	1.117,00
CAPITULO 7.- INSTALACIÓN DE TIERRAS.			
Uds.	CONCEPTO	UNIT.	TOTAL
2	Uds. de tomas de tierra para centralización de contadores en portal de finca , realizada:		
	* Pica de toma de tierra de 2 m. de longitud.		
	* Cable de cobre desnudo de 35 mm ² .		
	* Tubo de acero de M-40.		
	* Puente de comprobación.		
	Totalmente instalada, Cableada y conexiónada.	58,00	116,00
2	Uds. de tomas de tierra para ascensores en portal de finca , realizada:		
	* Pica de toma de tierra de 2 m. de longitud.		
	* Cable de cobre desnudo de 35 mm ² .		
	* Tubo de acero de M-40.		
	* Puente de comprobación.		
	Totalmente instalada, Cableada y conexiónada.	36,00	72,00
TOTAL CAPITULO 8		.....	188,00
CAPITULO 8.- DOCUMENTACIÓN ELÉCTRICA			
Uds.	CONCEPTO	UNIT.	TOTAL
1	Ud. de confección de documentación técnica para legalización de la instalación, compuesta por:		
	* Realización de proyecto para garaje.		
	* Realización de proyecto para el resto de la edificación.		
	* Realización de Boletines de todas los usuarios, (viviendas, finca, mancomunidad).	750	750,00
TOTAL CAPITULO 9		.....	750,00
<u>Resumen económico</u>			
CAPITULO 1.- C.G.P. Y L.G.A.			2.028,00
CAPITULO 2.- CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES.			1.166,00



	CAPITULO 3.- DERIVACIONES INDIVIDUALES.		7.163,98
	CAPITULO 4.- INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS.		19.603,71
	CAPITULO 5.- INSTALACIÓN DE FINCA.		6.460,55
	CAPITULO 6.- INSTALACIÓN DE MANCOMUNIDAD.		1.117,00
	CAPITULO 7.- INSTALACIÓN DE TIERRAS.		188,00
	CAPITULO 8.- DOCUMENTACIÓN ELÉCTRICA		750,00
	SUMA.....	.....	38.477,24

EL IMPORTE DEL PRESENTE PROYECTO ASCIENDE A LA CANTIDAD DE: TREINTA Y OCHO MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y SIETE CON VEINTICINCO CENTIMOS DE EUROS.



Tabla de figuras

Nº de foto	Título	Bibliografía
Foto 1	Caja general de protección(partes)	www.cyelect.com
Foto 2	Cable LGA tipo RZ1	www.tuveras.com
Foto 3	Centralización de contadores	www.installscaler.com
Foto 4	Cable usado para derivaciones individuales	www.wordpress.com
Foto 5	Cuadro general de mando y protección	www.instalacionespages.com
Foto 6	Pica de toma de tierra	www.lupaiberica.com



TOMO II b



Objetivos

El siguiente tomo consistirá en el cálculo de toda la instalación eléctrica del garaje, recorriendo todas las instalaciones desde las cajas generales de protección hasta los mecanismos con los que están en contacto las personas (enchufes, interruptores). Realizando todos los cálculos necesarios, cumpliendo siempre con la normativa vigente.



Índice: Tomo II b

15	MEMORIA	152
15.1	OBJETO DEL PROYECTO.....	153
15.2	ACTIVIDAD	153
15.3	EMPLAZAMIENTO	153
15.4	DIRECCIÓN FACULTATIVA.....	153
15.5	CRITERIOS DE DISEÑO.....	153
15.6	DESCRIPCION GENERAL DEL GARAJE - APARCAMIENTO	154
15.7	EMPRESA SUMINISTRADORA	155
15.8	TENSION DE SUMINISTRO Y UTILIZACIÓN	155
15.9	POTENCIA MÁXIMA PREVISTA.....	155
15.10	MODULO DE CONTADORES.....	155
15.11	DERIVACIÓN INDIVIDUAL.....	155
15.12	INSTALACIÓN ELÉCTRICA INTERIOR.....	156
15.13	ILUMINACIÓN	157
15.14	CÁLCULOS	157
15.15	ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN.....	158
15.16	CÁLCULOS	158
15.17	VENTILACIÓN FORZADA.....	159
15.18	PUESTA A TIERRA.....	159
15.19	CONCLUSIÓN.....	160
16	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	161
16.1	MAGNITUDES Y FÓRMULAS	162
	16.1.1 PARA SUMINISTROS MONOFÁSICOS.....	162
	16.1.2 PARA SUMINISTROS TRFÁSICOS	162
16.2	PREVISIÓN DE CARGAS	163
16.3	CIRCUITOS A RECEPTORES	163
16.4	MÁXIMA CAÍDA DE TENSION	164
17	PLIEGO DE CONDICIONES.....	165
17.1	DERIVACION INDIVIDUAL.....	166
17.2	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	166
17.3	CANALIZACIONES.....	166
17.4	CONDUCTORES	167
17.5	CAJAS Y MECANISMOS.....	168
17.6	TOMAS DE TIERRA.....	168
	17.6.1.MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES.....	169
18	PLA N O S.....	170
19	P R E S U P U E S T O.....	171



15 **MEMORIA**



15.1 OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por finalidad el estudio necesario para establecer las bases, cálculos justificativos, valoración y planos, que reflejen la obra a realizar y también las características de los distintos elementos que integran la instalación, con el fin de obtener la autorización previa del Proyecto por la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid para la realización de las Obras, y una vez terminadas éstas, la correspondiente autorización de puesta en servicio, según lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-04 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

15.2 ACTIVIDAD

La actividad que nos ocupa será la de Garaje - Aparcamiento por lo que debido al uso, y al número de plazas, la tramitación de su Instalación Eléctrica necesitará la aprobación previa del proyecto por la Dirección General de Industria.

15.3 EMPLAZAMIENTO

Garaje - Aparcamiento que nos ocupa, está situado en Travesía Ignacio González nº 9, perteneciente al municipio de Collado-Villalba, C.P 28400, Madrid.

15.4 DIRECCIÓN FACULTATIVA

La dirección facultativa de la instalación eléctrica se encarga al colegiado que realiza este proyecto.

15.5 CRITERIOS DE DISEÑO

En la realización del presente Proyecto se ha tenido en cuenta los criterios y prescripciones indicadas en los reglamentos vigentes, tanto en ámbito local como nacional, siendo las principales:

- * **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.** Aprobado por Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, B.O.E. 224 de 18-09-02
- * **Instrucciones Técnicas Complementarias.** Aprobadas por Orden Ministerial del 18 de Septiembre de 2002.
- * **Normas de la Compañía Suministradora.**
- * **Código Técnico de Edificios (CTE):** Condiciones de protección Contra Incendios en los edificios.
- * **Normas y Disposiciones Municipales.**
- * **Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (R.A.M.I.N.P.).**



* Condiciones Particulares de la Dirección Facultativa o Equipo de Consultores, en todo aquello que no se oponga al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y Normas de la Compañía Suministradora.

La presente actividad está incluida dentro del uso de Garaje - Aparcamiento, por lo que cumplirá las condiciones de carácter general y complementarias, a que hacen referencia las Instrucciones ITC-BT-012 hasta la ITC-BT-024 (ambas inclusive) y especialmente las Instrucciones ITC-BT-028,029 y 030.

La Instrucción ITC-BT-29, define las prescripciones particulares para la instalación eléctrica en locales como éste, destinado a Garaje. Dicha Instrucción distingue entre dos clases de emplazamiento, según la naturaleza de las sustancias, que puedan contener estos locales.

La Clase 1, comprende los emplazamientos que hay ó puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables.

La Clase 2, emplazamiento en el que la atmósfera explosiva en forma de nube de polvo inflamable en el aire está presente de forma permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente. Dentro de las clases de emplazamiento, se distinguen varias zonas.

La zona 1, comprende el emplazamiento en el que cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con formación ocasional de atmósfera explosiva, constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.

Por lo tanto, según lo anteriormente expuesto, el Garaje se considerará para los efectos de instalación eléctrica como un emplazamiento Clase 1, Zona 1

El presente Proyecto trata de justificar la instalación Eléctrica del Garaje, con arreglo a la Normativa Vigente, y por lo tanto que la instalación eléctrica a realizar se considere normal, instalándose donde exista menor riesgo.

15.6 DESCRIPCION GENERAL DEL GARAJE - APARCAMIENTO

El local objeto de este proyecto está ubicado debajo de un edificio que albergan 36 viviendas adaptándose perfectamente a la tipología de la parcela en donde se ubica

La estructura del local se ha dividido en una planta teniendo una entrada y salida para vehículos desde Travesía Ignacio González así como entradas peatonal desde la misma urbanización. Los cerramientos de los locales están realizados basado en muros pantalla de hormigón armado, siendo un sector de incendios independiente del resto del edificio y garantizando una resistencia al fuego de los elementos delimitadores del tipo RF-180.

El recinto comunica con las escaleras de acceso de personas, disponiendo para ello de los correspondientes vestíbulos de aislamiento previos, dotados de un sistema de doble puertas metálicas blindadas de cierre automático, estancas al humo, abatibles en el sentido de la salida y resistentes al fuego tipo RF-90.



La superficie neta del garaje es de 850m² distribuidos en una planta siendo el número de plazas de 36. Teniendo acceso por rampa y salida igualmente por rampa, pasillo de circulación interior y accesos peatonales por escaleras y ascensores.

15.7 EMPRESA SUMINISTRADORA

La Empresa Suministradora de energía eléctrica en la zona en que se encuentra el edificio es IBERDROLA

15.8 TENSION DE SUMINISTRO Y UTILIZACIÓN

La tensión de suministro será en baja tensión trifásica a 50 Hz y 400 Voltios de tensión compuesta. La tensión de utilización para alumbrado, será monofásica de 50 Hz. y 230 Voltios de tensión simple, la tensión de utilización para fuerza motriz, será trifásica a 50 Hz. y 400 Voltios de tensión compuesta.

15.9 POTENCIA MÁXIMA PREVISTA

La potencia máxima prevista será la suma de la potencias instaladas en el local por un coeficiente de simultaneidad y otro de utilización según marca el reglamento electrotécnico de baja tensión que está reflejadas en el esquema unifilar, siendo la suma total de estas potencias igual a 12 kW.

NOTA: En las lámparas fluorescentes, para el cálculo de las secciones de cada uno de los circuitos las potencias de dichas lámparas se han multiplicado por 1,8 veces, según establece la Instrucción ITC-BT-44 apartado 3.1.

15.10 MODULO DE CONTADORES

Al ser un recinto con acceso peatonal por el edificio que se ha construido encima y como los propietarios del mismo serán los mismos que los del local objeto de este proyecto se ha optado por ubicar la centralización de contadores en el local destinado a este fin que se encuentra en la planta baja de la finca.

El módulo utilizado es un conjunto prefabricado, homologado por la Compañía Suministradora, cumpliendo sus normas y las especiales de UNESA, será del tipo de medida directa, sin transformadores de intensidad, dispone de cortacircuitos fusibles calibrados según potencia. Contará con un grado de protección IP 659

Se aplicarán las normas de la Instrucción ITC-BT-18

15.11 DERIVACIÓN INDIVIDUAL

Es la línea que enlazará el embarrado de cada centralización con el dispositivo de mando y protección de cada recinto de garaje, pasando por los fusibles y el contador.



Se realizará con conductor de cobre, de 750 voltios de tensión nominal de aislamiento tipo ESHO7Z1-K (cables no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida), instalados en el interior de tubos aislantes rígidos discurriendo por shunts o verticales. Siendo sus magnitudes las siguientes:

GARAJE						
SERVICIO	POTENCIA (W)	Amperios (A)	Sección (mm²)	Longitud (m)	Caida de tensión (%)	CANALIZACIÓN
GARAJE	12.428	23 A	10	15	0,21%	M-50

Tabla 29. Cálculo de derivación individual

15.12 INSTALACIÓN ELÉCTRICA INTERIOR

CUADROS GENERALES DE MANDO, PROTECCION Y CONMUTACION

Estarán situados en planta sótano, serán de material incombustible con puerta y grado de protección.

El aparellaje eléctrico se dispondrá en forma adecuada para conseguir un fácil acceso en caso de avería.

Se dispondrá una pletina de cobre para la puesta a tierra de los circuitos eléctricos que salen del cuadro, así como las partes metálicas de los distintos aparatos y a su vez se conectará a la red general de tierras de la instalación.

En el cuadro se dejarán previstas bornas, debidamente identificadas para la conexión de todos los circuitos eléctricos que salgan del cuadro. Todas las conexiones se efectuaran con terminales de presión adecuados.

El cuadro será de dimensiones suficientes para albergar los elementos indicados a continuación más un 25% de reserva para posibles ampliaciones futuras.

Todo el aparellaje eléctrico contenido en este cuadro queda claramente reflejado tanto en el esquema unifilar como en las hojas de cálculo adjuntas. Así mismo habrá que indicar mediante rótulos, los circuitos a que pertenecen cada interruptor y cada elemento de protección del cuadro.

Los cables empleados en emplazamientos de Clase 1, como corresponde a este local, son de una tensión asignada mínima de 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticos o termoestables. Instalados bajo tubo metálico rígido o flexible, conforme la norma UNE-EN 50086-1. Deben cumplir además, lo indicado en la norma UNE 20432-3 respecto a la reacción al fuego, no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

De los sistemas de protección anteriormente citados, salen las líneas de alimentación a los circuitos y cuadro que a continuación se citan; para los que se citan su potencia máxima instalada.



CIRCUITOS	POTEN.
VENTILACION	3.600
PUERTA	1.200
ALUMBRADO FIJO	1.296
ALUMBRADO TEMP	1.296
EMERGENCIAS	1.240
CO2	1.200
ALUMBRADO TEMP	1.296
EMERGENCIAS	600
USOS VARIOS	500
CI	200

Tabla 30. Potencia máxima instalada

15.13 ILUMINACIÓN

Se hará una instalación de alumbrado con conductores de cobre de 750V de tensión nominal de aislamiento de 2,5 y 1,5 mm² de sección mínima instalados en tubos aislantes de pvc.

Todos los elementos irán instalados a una altura del suelo superior a 1,5 m.

El garaje dispondrá del alumbrado de emergencia indicado en los planos siguiendo el criterio de repartirlo en circuitos de diferentes fases y no más de 12 luminarias por circuito.

La iluminación ordinaria del local se realizará mediante luminarias fluorescentes estancas de 1 x 36 W.

15.14 CÁLCULOS

El flujo luminoso requerido en garajes debe ser superior a 80 lúmenes/m². La longitud de los pasillos de rodadura es de 280 metros lineales, con un ancho de pasillo de rodadura de 4 metros, luego, estimamos la superficie en $280 \times 4 = 1120 \text{ m}^2$.

La instalación de alumbrado se realiza mediante pantallas fluorescentes de 2 x 36w cuyo flujo luminoso, calcularemos, con pérdidas de pantalla y tubo en $1 \times 3000 \times 0,38 = 1140$ lúmenes.

El número de pantallas instaladas de 2 x 36 w es de 28 para alumbrado permanente y 56 para alumbrado normal en zona de rodadura, siendo el total de 84 unidades.

Para obtener aproximadamente los Lux en el pasillo de rodadura, aplicaremos la siguiente formula:

$$1140 \times 84 / 1120 = 85. \text{ Lumenes/m}^2 \text{ ; superior a los 80 recomendados.}$$

Se instalara una luminaria cada 3 metros en la zona de rodadura.



15.15 ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN

Se dotará al garaje de alumbrado de emergencia y señalización, de forma que todos los puntos del mismo estén debidamente iluminados por este tipo de alumbrado con iluminación mínima de 5 Lux.

- Alumbrado de emergencia, para el caso de que la tensión de red falle o baje excesivamente, el cual se realizará mediante equipos autónomos de 300 lúmenes y 60 lúmenes para indicar las salidas.

El alumbrado de emergencia funcionará durante un mínimo de una hora ininterrumpidamente, proporcionando una iluminación media mínima indicada de 5 Lux y entrará en funcionamiento automáticamente al producirse el fallo del alumbrado ordinario o cuando baje la tensión de suministro a menos del 70% de su valor nominal.

Estos aparatos irán situados de forma tal que señalicen adecuadamente los pasillos de circulación, así como los lugares estratégicos tales como vías de evacuación, puertas, salidas del local, etc. debiendo contar con los correspondientes letreros de señalización normalizados.

El alumbrado general será complementado por estos alumbrados de Emergencia y Señalización, quedando este último en funcionamiento permanente.

En la instalación de los diversos circuitos de alumbrado, se tendrá la precaución de que estos, estén protegidos en su origen con interruptores magnetotérmicos omnipolares de intensidad nominal de 16 Amperios como máximo.

CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS

a) Equipos fluorescentes
 Tipo F L -8S
 Potencia 10 W.
 Intensidad luminosa 300 lúmenes.
 Duración 1 hora.

15.16 CÁLCULOS

Para el cálculo del número de equipos debemos saber la superficie que ilumina cada uno para conseguir los 5 Lux necesarios, para ello aplicaremos la siguiente fórmula.

$$s = \frac{Lm}{S}$$

De donde:

S = Superficie a considerar.

Lm = Intensidad luminosa del equipo.



Para equipos de 300 Lúmenes:

$$s = \frac{300}{S} = 60m^2$$

Superficie a considerar del paso de rodadura

Superficie: $48 \times 4 = 192 m^2$

Intensidad máxima a alcanzar; $192 \times 5 = 960$ lúmenes

Equipos instalados:

-13 Emergencias de 300 Lúmenes. = $13 \times 300 = 3900$ lúmenes

Como se puede apreciar la potencia instalada es superior a los 5 Lux exigidos.

15.17 VENTILACIÓN FORZADA

El garaje, dadas sus características, debe disponer de un sistema de Extracción Forzada, que debe proporcionar una renovación de aire superior a los $15 m^3/h.m^2$. de superficie del garaje, tal como indica la Hoja de Interpretación nº 12 A del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ó 6 renovaciones por hora,. Se considerará un volumen peligroso comprendido entre el suelo y un plano situado a 0,60 m. por encima del mismo.

En todo caso el estudio de la Ventilación forzada de este garaje será objeto de un Proyecto independiente.

15.18 PUESTA A TIERRA

Tal como prescribe la Instrucción ITC-BT-024, la instalación eléctrica objeto de este proyecto, estará protegida contra contactos indirectos mediante la puesta a tierra de las masas y el empleo de los interruptores diferenciales que se han detallado al describir los cuadros.

La puesta a tierra de la instalación se ejecutará con arreglo a las prescripciones de la ITC-BT-18, tal como se detalla el apartado correspondiente del Pliego de Condiciones Adjunto.

A continuación se especifica la sección que hay que considerar por las partes que comprenden la puesta a tierra de la instalación.

- Línea de enlace con tierra $1 \times 35 mm^2$. Cu
- Línea principal de tierra $1 \times 35 mm^2$. Cu.



Las derivaciones de la línea principal de tierra y conductores de protección tendrán una sección mínima de la mitad del conductor de fase, siempre que este pase de 35 mm², será de 16 mm², cuando el de fase esté comprendido entre 16 y 35 mm² y de igual sección cuando sea menor de 16 mm² y nunca menor de 2,5 mm².

15.19 CONCLUSIÓN

De acuerdo con lo expuesto en los anteriores apartados que constituyen la Memoria de este Proyecto, a la que se adjuntan Cálculos Justificativos, Planos, Pliego de Condiciones y Presupuesto. Se considera que todo ello dará una idea suficientemente clara de las instalaciones eléctricas a realizar, por lo que previos los trámites oportunos, se pretende que tanto la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid, como la compañía suministradora, tengan a bien dar la oportuna autorización para la realización de las obras y otorgar los Boletines Eléctricos correspondientes, quedando no obstante, a disposición de los mismos para cuantas aclaraciones consideren necesarias.



16 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS



16.1 MAGNITUDES Y FÓRMULAS

A la hora de calcular las secciones de un conductor hemos tenido en cuenta 2 condiciones:

- La intensidad máxima admitida por el conductor según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- La caída de tensión admisible.

Para realizar el cálculo de la sección de los conductores hemos realizado en primer lugar el cálculo de la sección por caída de tensión, después nos vamos a la sección inmediata superior y comprobamos si dicha sección admite la intensidad que va a pasar por el conductor, si la admite este conductor sería válido si no la admite tendríamos que elegir una sección que admita la intensidad que tenemos y después volvemos a realizar los cálculos de la caída de tensión con la sección que vamos a instalar.

A pesar de los cálculos se ha utilizado una sección mínima de 1.5 para alumbrado y de 2.5 para usos varios.

El REBT en su instrucción técnica complementaria ITC- BT-19, dice que la caída de tensión entre el origen de la instalación (desde la CGP) y cualquier otro punto de utilización será menor al 3% de la tensión nominal para alumbrado y del 5% para los demás usos. Para calcular las secciones de los conductores sin que se produzcan caídas de tensión superiores a las indicadas se han aplicado las fórmulas:

16.1.1 PARA SUMINISTROS MONOFÁSICOS:

$$I = \frac{W}{V \cdot \cos \phi} (A) \qquad e = \frac{W \cdot 2 \cdot L}{K \cdot 230 \cdot S} (V)$$

16.1.2 PARA SUMINISTROS TRIFÁSICOS:

$$I = \frac{W}{1.73 \cdot V \cdot \cos \phi} (A) \qquad e = \frac{W \cdot 2 \cdot L}{K \cdot 400 \cdot S} (V)$$

Donde:

S = Sección del conductor en mm²

U = Tensión de servicio en Voltios.

Para suministros trifásicos tensión entre fases.

Para suministros monofásicos tensión entre fase y neutro.

Cos φ = Coseno del ángulo de desfase entre intensidad y tensión. (Factor de potencia)

e = Caída de tensión, en voltios (V):

e% = Caída de tensión del circuito en tanto por ciento.



- P = Potencia en vatios consumida por el receptor en W
 L = Longitud del conductor en metros.
 C = Conductividad en $m/(\Omega mm^2)$ 56 para el cobre y 35 para el aluminio
 I = Intensidad en A

16.2 PREVISIÓN DE CARGAS

Realizando un estudio previo de las necesidades existentes y según refleja el reglamento electrotécnico de baja tensión se establecerán unos coeficientes de simultaneidad y de utilización de mutuo acuerdo con la propiedad, quedando fijados los siguientes receptores con sus potencias:

CIRCUITOS	POTEN.
VENTILACION	3.600
PUERTA	1.200
ALUMBRADO FIJO	1.296
ALUMBRADO TEMP	1.296
EMERGENCIAS	1.240
CO2	1.200
ALUMBRADO TEMP	1.296
EMERGENCIAS	600
USOS VARIOS	500
CI	200
POTENCIA INSTALADA	12.428

Tabla 31. Previsión de cargas

16.3 CIRCUITOS A RECEPTORES

Para la presente instalación se han previsto los siguientes circuitos, dependiendo cada uno de ellos del cuadro general de protección y mando del garaje.

CIRCUITOS QUE SALEN DEL CUADRO GENERAL DE GARAJE



CIRCUITOS	POTEN.	INT.	TENS	SECC	LONG	C. de Ten. (v)	C. de Ten. (%)
VENTILACION	3.600	5,20	400	2,5	37	4,76	2,07
PUERTA	1.200	1,73	400	2,5	24	1,03	0,45
ALUMBRADO FIJO	1.296	5,63	230	1,5	11	1,48	0,64
ALUMBRADO TEMP	1.296	5,63	230	1,5	17	2,28	0,99
EMERGENCIAS	1.240	5,39	230	1,5	18	2,31	1,00
CO2	1.200	5,22	230	1,5	21	2,61	1,13
ALUMBRADO TEMP	1.296	5,63	230	1,5	11	1,48	0,64
EMERGENCIAS	600	2,61	230	1,5	17	1,06	0,46
USOS VARIOS	500	2,17	230	2,5	18	0,56	0,24
CI	200	0,87	230	1,5	21	0,43	0,19

Tabla 32. Circuitos a receptores

16.4 MÁXIMA CAÍDA DE TENSION

La máxima caída de tensión es la suma de la producida por la línea repartidora, derivación individual y circuitos a receptores o consumos.

No deberán de pasar del 3% en alumbrado y 5% en fuerza según dispone el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en su Instrucción ITC-BT-019 apartado 2.1.2. Si comprobamos las caídas de tensión totales indicada en la ultima columna de las tablas anteriores se ve que se cumple lo indicado en REBT.



17 PLIEGO DE CONDICIONES



EJECUCIÓN Y MATERIALES DE LA INSTALACIÓN

17.1 DERIVACION INDIVIDUAL.

Será totalmente independiente de las líneas a los diversos circuitos, no admitiéndose en un mismo tubo ni en cajas de paso o derivación líneas pertenecientes a distintos circuitos. No admitiéndose el empleo de un neutro común

En todos los casos, siempre que sea posible, la línea de alimentación al cuadro general discurrirá por lugares de uso común.

Estará constituida por conductores aislados en el interior de tubo en montaje superficial fijado a paramento.

Los tubos que se destinan a contener los conductores de las líneas de alimentación a cuadros deberán ser de un diámetro que permita ampliar la sección de los conductores en un 100% y su diámetro mínimo permitido será de 32 mm.

Se recomienda alojar la línea en el interior de una canaladura preparada a este fin en la caja de la escalera, que esté cerrada convenientemente pero practicable desde lugares de uso común.

17.2 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Se colocará lo más cerca posible al acceso al garaje, fácilmente accesible por personal autorizado, será de material no inflamable y de grado de protección IP-44.

Desde el Cuadro General de Mando y Protección partirán las líneas de alimentación a los circuitos interiores de planta, instalándose un sistema de protección general contra contactos indirectos a base de un interruptor diferencial de alta sensibilidad e interruptores automáticos magnetotérmicos omnipolares para la protección contra sobrecargas y cortacircuitos de los circuitos.

En el cuadro de distribución se dispondrá de bornes para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

17.3 CANALIZACIONES

Las canalizaciones serán de dos tipos fundamentalmente.

- Tubos metálicos, aislamiento de 450 V.
- Tubos de PVC coarrugado, aislamiento de 450 V.



Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubo protector se tendrá en cuenta lo siguiente:

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente las líneas paralelas a las verticales y horizontales.

Los tubos se unirán entre si mediante accesorios adecuados.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no se originarán reducciones de sección inadmisibles.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados éstos y sus accesorios, disponiendo de los registros que se consideren necesarios.

El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no serán superior a tres. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocarse éstos.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas registro de dimensiones que permitan alojar holgadamente los conductores que deben contener.

La profundidad de las cajas equivaldrá, cuando menos, al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm. para su profundidad y, 80 mm. para el diámetro o lado interior.

Para la unión de conductores empalmes o derivaciones se utilizarán bornes de conexión.

Las canalizaciones admitirán un mínimo de dos conductores de igual sección, uno de ellos es identificado como conductor neutro y eventualmente un conductor de protección cuando sea necesario.

17.4 CONDUCTORES

Los conductores activos serán unipolares de cobre electrolítico rígido y estarán aislados, como mínimo para la tensión de 750 Voltios, con capa de PVC. Las secciones serán adecuadas para cada servicio.

Las líneas repartidoras estarán constituidas por conductores unipolares y con una tensión nominal de aislamiento de 1.000 V.

Los conductores serán fácilmente identificables, especialmente los conductores neutro y de protección. El neutro se le identificará por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Los conductores de fase en un sistema trifásico se identificarán con el color marrón, negro y gris, para un sistema monofásico está prohibido el uso del color gris.

No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Los conductores de protección serán de cobre con el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán en la misma canalización de éstos. Los conductores de en caso de circuitos con dos fases, sobre el conductor no identificado como conductor neutro. protección



tendrán una sección igual a los conductores de fase siempre que ésta sea menor o igual a 16 mm². Si es mayor se dispondrá una sección mínima de la mitad del conductor de fase.

Cuando el conductor de protección se instale independientemente de la canalización que lleva los conductores activos, tiene no obstante que seguir el curso de la misma.

Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en que derive, utilizando un borne de conexión de forma que permita la separación de cada circuito derivado del resto de la instalación.

La conexión de los conductores unipolares se realizará sobre el conductor de fase.

17.5 CAJAS Y MECANISMOS

Las cajas de derivación serán empotrables ó de superficie tipo estanco y de material aislante y tapa del mismo material, ajustable con tornillos.

Los interruptores serán de corte unipolar, empotrables con bases aislantes y bornes para la conexión de conductores y mecanismo de interrupción, soporte metálico de fijación con dispositivos de fijación a caja, mando accionable manualmente y placa de cierre aislante. Su intensidad nominal mínima será de 10 Amperios.

Los pulsadores serán estancos de superficie y con piloto indicador, de las mismas características.

Las bases de enchufe serán empotradas en paramento o en interior de canal, constituidas por bases aislantes con bornes para la conexión de los conductores de fase, neutro y protección, dos alvéolos para enchufe de clavija y dos patillas laterales para contacto del conductor de protección. Soporte metálico con dispositivo de fijación a la caja de cierre aislante.

17.6 TOMAS DE TIERRA

Para evitar la formación de cargas estáticas, se dispondrá de un circuito de tierra, de resistencia menor a 20 Ohmios, conectado a todas las partes metálicas no sometidas a tensión, canalizaciones metálicas, aparellaje y carcasas metálicas de los receptores.

En esta instalación la toma de tierra se tomará de la centralización de contadores de finca, su sección estará en consonancia con la de los conductores activos de la línea general de alimentación al garaje. Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la Instrucción ITC BT 018 apartado 3.4 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación.

Los conductores de protección serán de cobre con el mismo aislamiento que los conductores activos y se instalarán por la misma canalización de estos.

La sección de los conductores de protección no serán menor de 2,5 mm².

Los circuitos de tierra han de ser continuos eléctricamente, evitándose su seccionamiento mediante interruptores o fusibles, etc.



Estimando que la resistencia específica del terreno es de 65 Ohmios m., la tensión de seguridad de 24 voltios y la sensibilidad menor de los interruptores diferenciales de 300 mA., la tensión máxima que se puede producir es:

Resistencia de la pica, $R = 65/2 = 32,5$ Ohmios

Tensión máxima, $V = 32,5 \times 0,3 = 9,75$ voltios.

17.6.1 MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La propiedad recibirá al finalizar las instalaciones, planos definitivos de dichas instalaciones y referencias del domicilio social de la Empresa Instaladora.

No se podrá modificar la instalación sin la intervención del instalador autorizado o del Técnico Competente según corresponda.

Cada dos años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortacircuitos, contactos indirectos así como sus intensidades nominales en relación con los conductores que protegen.

El grupo electrógeno según marca el R.E.B.T. y su fabricante tendrá que seguir un programa de mantenimiento durante toda su vida para que garantice su perfecto estado de funcionamiento, que será por cuenta de la propiedad una vez terminadas las obras.

Para limpiezas o cambio de lámparas y cualquier otra manipulación en la instalación, se desconectará el pequeño interruptor automático correspondiente.

Para ausencias prolongadas se desconectará el interruptor general.

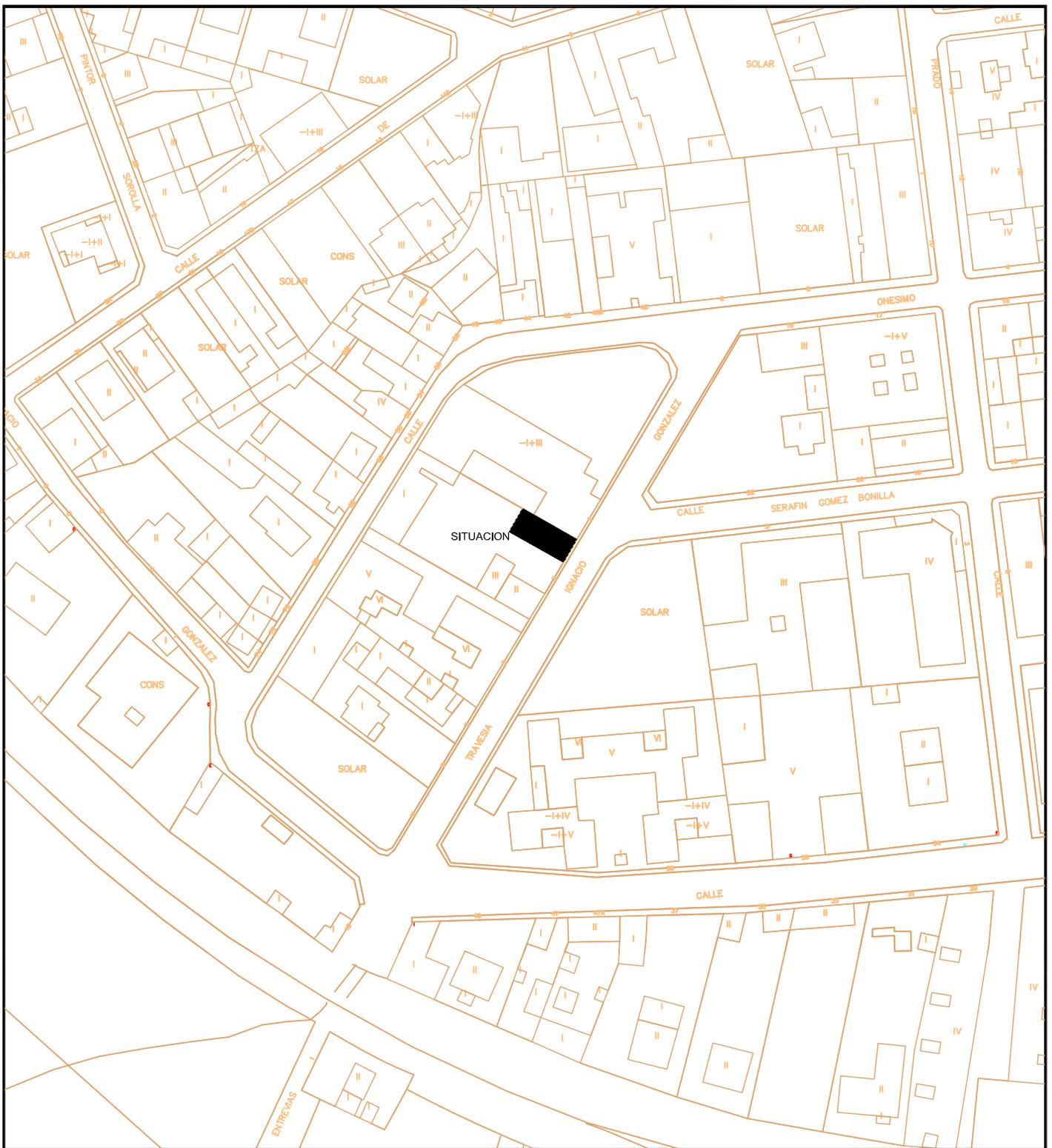
Cada cinco años se comprobará el aislamiento de la instalación interior entre conductor y tierra y entre cada dos conductores, no deberá ser menor de 250.000 Ohmios.

Cuando se realicen obras que pudiesen dar lugar al corte de los conductores, se comprobará la continuidad de las conexiones equipotenciales entre masas y elementos conductores, así como con el conductor de protección.

Cada año y en la época en la que el terreno esté más seco, se medirá la instalación de la tierra y se comprobará que no sobrepase el valor permitido.



18 PLANOS



MARCOS GARCÍA BLANCO

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN GARAJE-APARCAMIENTO
Travesía de Ignacio Gonzalez. Collado Villalba. (MADRID).

Plano de Situación y Emplazamiento.

Escala

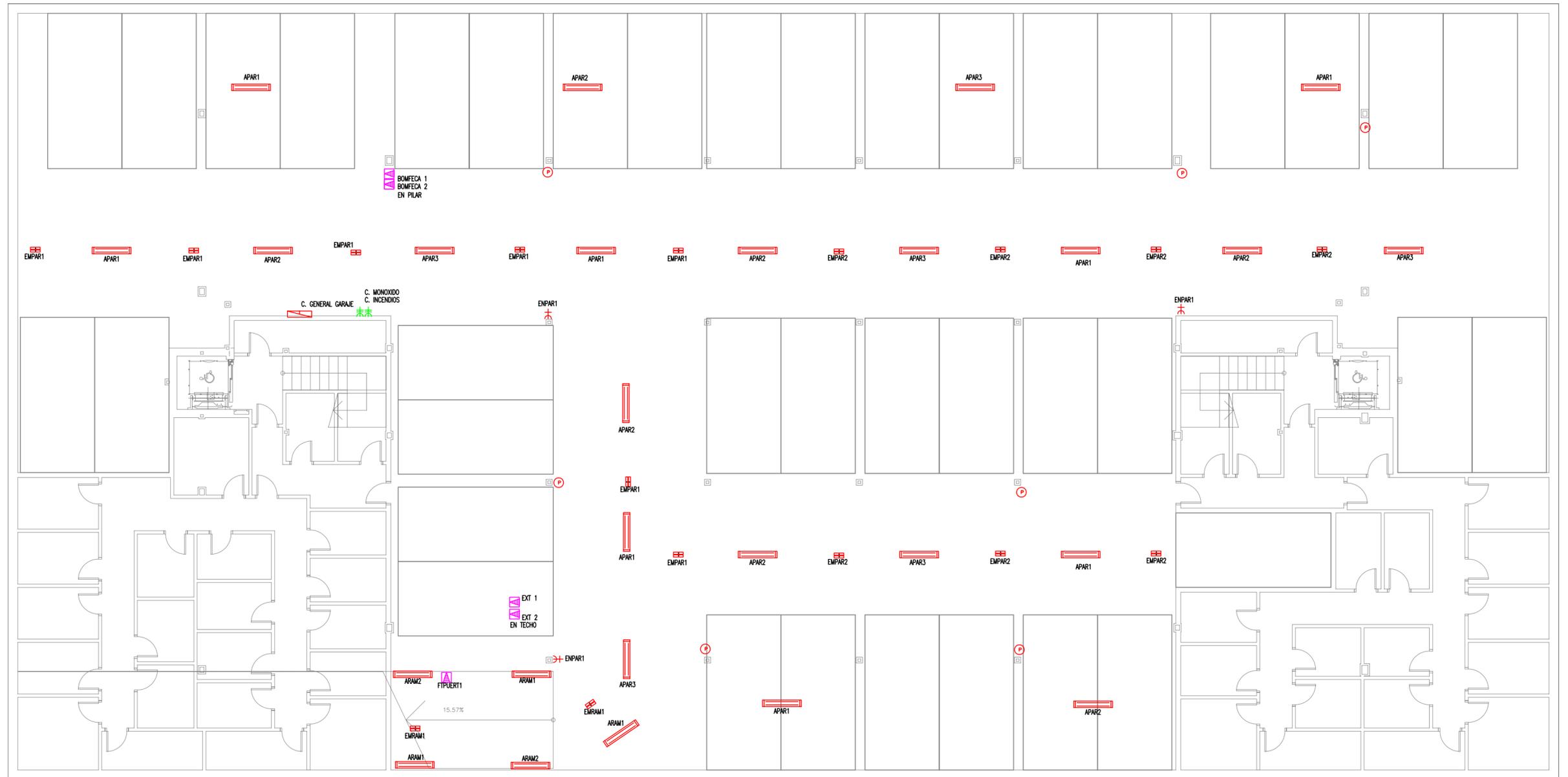
S/E

Fecha

Enero 09

Plano n°

IE-01



PLANTA SÓTANO

SIMBOLOGIA

<ul style="list-style-type: none"> ⊕ PUNTO DE LUZ EN TECHO. ⊙ EMPOTRADO HALÓGENO 120/50 W ⊙ EMPOTRADO DE LAMPARA DE AHORRO DE ENERGIA TIPO PL 2x20W ⊙ PUNTO DE LUZ EN PARED INTERIOR DE VIVIENDAS, TRASTEROS Y Z. PRIVADAS. ⊙ APILQUE DECORATIVO (AHORRO DE ENERGIA) EN ZONAS COMUNES. ⊙ REGLETA FLUORESCENTE ESTANCIA 2x18W/2x18W (1.50/1.20/0.6 MTS) SEGUN MEDIDA ⊙ EQUIPO DE EMERGENCIA FLUORESCENTE DE 9W. 300LUMENES ⊙ CUADRO ELECTRICO 	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ PUNTO DE ENCLAVE DE 10/16A EMPOTRADOS EN VIVIENDAS Y ESTANCOS EN PLANTA SOTANO Y EXTERIORES. ⊕ TOMA DE FUERZA MONOFASICA DE 20 Y 25A ⊕ INTERRUPTOR COMUTADOR SIMPLE 10 A. APROBADO POR D.F. ⊕ INTERRUPTOR COMUTADOR DE CRUZAMIENTO. APROBADO POR D.F. ⊕ INTERRUPTOR SIMPLE. APROBADO POR D.F. ⊕ PULSADOR DE LUZ DE ESCALERA O APARCAMIENTO. APROBADO POR D.F. ⊕ PULSADOR DE TIMBRE. APROBADO POR D.F. ⊕ TELEFONO DE PORTERO ELECTRICO. APROBADO POR D.F. ⊕ TIMBRE DE VIVIENDA ⊕ ACOMETA ELECTRICA A MOTOR O EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO ⊕ LAMPARA DE HALOGENUROS 125 W. APROBADA POR D.G. EN ESFERA D=40 MM Y BACULO DE ALUMINO DE 3 MTS DE ALTURA
--	---

NOTA: LAS CARACTERISTICAS DE LOS CIRCUITOS ELECTRICOS ESTAN DESCRITAS EN LOS ESQUEMAS UNIFILARES DEL ANEXO DE CALCULO DE ESTE PROYECTO PARA EL TRAZADO DEFINITIVO DE CANALIZACIONES Y TUBERIAS EN LAS VIVIENDAS VER LOS PLANOS DE FALSOS TECHOS EN EL PROYECTO DE ARQUITECTURA

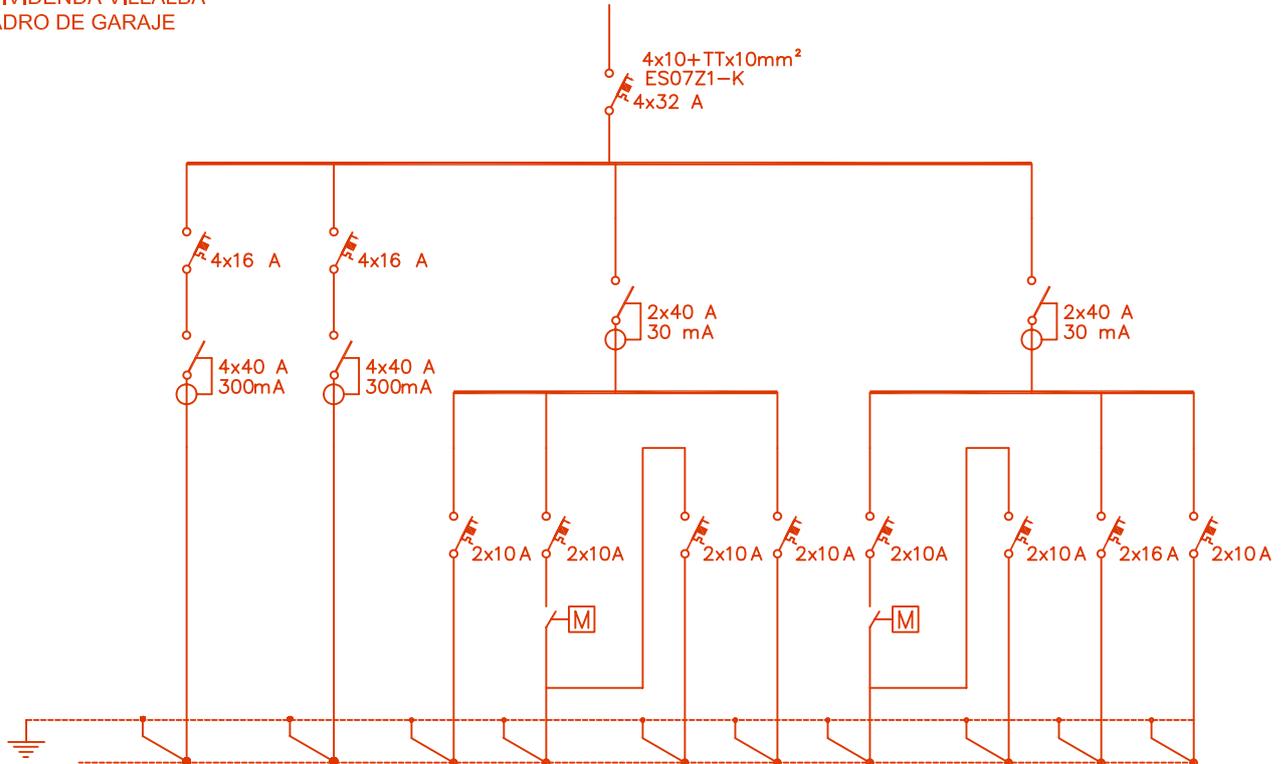
MARCOS GARCÍA BLANCO

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN GARAJE-APARCAMIENTO
Travesía de Ignacio Gonzalez. Collado Villalba. (MADRID).

Planta Sotano (Eléctricidad).

Escala 1:100 Fecha Enero 09 Plano n° IE-02

36 VIVIDENDA VILLALBA
CUADRO DE GARAJE



Circuito	1	2	3	4
Servicio	VENTILACIÓN FORZADA	PUERTA	ALUMBRADO FIJO	ALUMBRADO TEMPORIZ. 1
Potencia (W)	3.600	1.200	1.296	1.296
Sección (mm ²)	2.5	2.5	1.5	1.5
Aislamiento	H07V-K	H07V-K	H07V-K	H07V-K
Tubos Ø	20	20	20	20

Circuito	5	6	7
Servicio	EMERGEN.	CO2	ALUMBRADO TEMPORIZ. 1
Potencia (W)	1.240	1.200	1.296
Sección (mm ²)	1.5	1.5	1.5
Aislamiento	H07V-K	H07V-K	H07V-K
Tubos Ø	20	20	20

Circuito	8	9	10
Servicio	EMERGEN. 1	USOS VARIOS	CI
Potencia (W)	600	500	200
Sección (mm ²)	1.5	2.5	1.5
Aislamiento	H07V-K	H07V-K	H07V-K
Tubos Ø	20	20	20

Legenda



Automático

Automático gal

Diferencial



MARCOS GARCÍA BLANCO

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN GARAJE-APARCAMIENTO

Travesía de Ignacio Gonzalez. Collado Villalba. (MADRID).

Esquema Unifilar Garaje.

Escala

S/E

Fecha

Enero 09

Plano n°

IE-03



19 PRESUPUESTO



PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GARAJE EN VILLALBA,			
CAPITULO 6.- INSTALACIÓN DE GARAJE.			
Uds.	CONCEPTO	UNIT.	TOTAL
1	Ud. de suministro y montaje de cuadro general de mando y protección de garaje, compuesta por armario de superficie con puerta conteniendo los elementos según planos. Incluso pequeño material auxiliar, cableado y conexionado.	1.204,05	1.204,05
1	Ud. de suministro y montaje de línea secundaria de alimentación a cuadro secundario de ventilación forzada, realizada con conductor (3+N+TT) x 2,5 mm ² Cu y RZ1-K de aislamiento libre de halógenos, bajo tubo de PVC M-40 de diámetro, incluso p.p cajas de registro, fijaciones.	196,08	196,08
1	Ud. de suministro y montaje de línea secundaria de alimentación a puerta de garaje, realizada con conductor (3+N+TT) x 2,5 mm ² Cu y RZ1-K de aislamiento libre de halógenos, bajo tubo PVC M-25 de diámetro, incluso p.p cajas de registro, fijaciones.	259,10	259,10
1	Ud. de suministro y montaje de línea secundaria de alimentación a central de CO ₂ , realizada con conductor (1+N+TT) x 1,5 mm ² Cu y ESH07Z1-K de aislamiento libre de halógenos, bajo tubo de PVC M-20 de diámetro, incluso p.p cajas de registro, fijaciones.	44,05	44,05
1	Ud. de suministro y montaje de línea secundaria de alimentación a central de incendios, realizada con conductor (1+N+TT) x 1,5 mm ² Cu y ESH07Z1-K de aislamiento libre de halógenos, bajo tubo de PVC M-20 de diámetro, incluso p.p cajas de registro, fijaciones.	44,05	44,05



26	Ud. de punto de luz en garaje, realizado con conductor (1+N+TT)x 2.5mm ² Cu y ESH07Z1-K de aislamiento libre de halógenos, bajo tubo de PVC de M-20 de diámetro en instalación superficial.	43,18	1.122,68
10	Ud. de punto de luz de emergencia, realizado con conductor (1+N)x 1.5mm ² Cu y ESH07Z1-K de aislamiento libre de halógenos, bajo tubo de PVC M-20 de diámetro en instalación vista; incluso p.p de cajas de registro, clemas, fijaciones y pequeño material auxiliar.	45,79	457,90
2	Ud. de toma de corriente estanca, realizado con conductor (1P+N+TT)x 2.5 mm ² Cu y ESH07Z1-K de aislamiento y libre de halógenos, bajo tubo de PVC M-20 de diámetro en instalación vista, base estanca; incluso p.p cajas de registro.	38,93	77,86
26	Ud. Suministro y montaje de luminaria fluorescente estanca 2x36 W, incluso lámparas fluorescentes de 36 W. Totalmente instalado.	46,78	1.216,28
10	Ud. Suministro y montaje de aparato de emergencia y señalización de 307 lúmenes, con autonomía para una hora, equipado con batería Ni.Cd. Totalmente instalado.	47,98	479,80
TOTAL CAPITULO 6		.....	5.101,85
CAPITULO 9.- DOCUMENTACIÓN ELÉCTRICA			
Uds.	CONCEPTO	UNIT.	TOTAL
1	Ud. de confección de documentación técnica para legalización de la instalación, compuesta por:		
	* Realización de proyecto para garaje.	560,00	560,00
TOTAL CAPITULO 9		.....	560,00
<u>Resumen económico</u>			
CAPITULO 6.- INSTALACIÓN DE GARAJE.			5.101,85
CAPITULO 9.- DOCUMENTACIÓN ELÉCTRICA			560,00
SUMA.....		.....	5.661,85



EL PRESENTE PRESUPUESTO IMPORTA LA CANTIDAD DE CINCO MIL SEISCIENTOS SESENTA Y UNO CON OCHENTA Y CINCO CENTIMOS DE EUROS



APÉNDICE



Resumen

El presente proyecto ha consistido en la elaboración entera de un proyecto de una obra real de instalación de un centro de transformación que da alimentación a 36 viviendas y garaje.

Se han estudiado todas las partes comprendidas en la instalación así como toda la normativa vigente que se ha de aplicar para este tipo de proyectos. Además se han diseñado todos los planos necesarios para que queden comprendidos todos las partes del citado proyecto. Incluso se han incluido algunas fotos para mejor comprensión del tema que se está abordando.

Gracias a la elaboración de este proyecto se ha podido aprender los diferentes cálculos que hay que hacer para dimensionar la instalación eléctrica de una vivienda y de un centro de transformación.

Agradecimientos

Lo primero de todo es agradecer al Departamento Ingeniería Eléctrica de la Universidad Carlos III de Madrid la oportunidad que me han brindado de realizar un Proyecto de Fin de Carrera y de permitirme acercarme un poquito más al mundo de la electricidad.

En particular quiero agradecer a mi tutor, el Esteban Patricio Domínguez su dedicación y su apoyo, sin los cuales este Proyecto Fin de Carrera no habría podido llevarse a cabo.

Quiero dar las gracias a todas aquellas personas, que de una forma u otra, han ayudado en la realización de este proyecto, especialmente a Miguel, Juan Almazán, Cristina Montero, Javier Herrero y a todos aquellos que se sientan identificados al leer estas líneas. También quiero agradecer especialmente el apoyo de mi compañero y amigo Rubén Martín Otero que tanto me ayudó durante la realización de mi carrera.

Por último, agradecer a mis padres, a mi hermano y a mi abuelo, su paciencia y comprensión durante estos últimos meses de trabajo y a todos mis amigos que de alguna forma u otra me han estado apoyando durante estos años, en especial a Igor, Jaime y Raúl.

A todos ellos: Muchas Gracias por todo