



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior (Jaén)

Trabajo Fin de Máster

ELECTRIFICACIÓN E INCORPORACIÓN DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE GESTIÓN A UN EDIFICIO SINGULAR

Alumno/a: Rodríguez Torres, Juan Manuel

Tutor/a: Prof. D. Bernardo Almonacid Cruz
Dpto.: Departamento de Ingeniería Eléctrica

Septiembre, 2017



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Informática

Don BERNARDO ALMONACID CRUZ , tutor del Trabajo Fin de Máster titulado: ELECTRIFICACIÓN E INCORPORACIÓN DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE GESTIÓN A UN EDIFICIO SINGULAR, que presenta JUAN MANUEL RODRÍGUEZ TORRES, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, SEPTIEMBRE de 2017

El alumno:

JUAN MANUEL RODRÍGUEZ TORRES

Los tutores:

Bernardo
Almonaci
d Cruz

Firmado digitalmente por Bernardo
Almonacid Cruz
Fecha: 2017.09.04 12:34:43 +02'00'

BERNARDO ALMONACID CRUZ

Hoja de Características

Título del Proyecto

Electrificación e incorporación de un sistema inteligente de gestión a un edificio singular

Situación y emplazamiento

Ronda de Marroquíes S/N, T.M. de Jaén (Jaén)

Coordenadas

Coordenadas WGS84							
Decimales (Latitud, Longitud)	37.79183634226511 , -3.7870953977108						
DMM (Grados, Minutos)	37° 47.510180535906414' N , 3° 47.22572386264801' W						
DMS (Grados, Minutos, Segundos)	37° 47' 30.610832154384894" N , 3° 47' 13.543431758880642" W						
UTM (Este, Norte, Huso, Hemisferio)	430699.69872775977 m , 4183010.9417487322 m , 30 , Norte						
MGRS/NATO (Zona, Precisión en m², Este, Norte)	30S , VG , 30699.7 , 83010.9						
Altitud (sobre el nivel del mar)	440.907623291 (metros) , 1446.177004395 (pies/feet)						

Promotor

Universidad de Jaén

Autor

Juan Manuel Rodríguez Torres

Tutor

D. Bernardo Almonacid Cruz

Jaén, Septiembre de 2017



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Documento 1

Índice General

INDICE GENERAL

DOCUMENTO 1.- INDICE GENERAL

DOCUMENTO 2.- MEMORIA

DOCUMENTO.3.- ANEXOS

Anexo 1.- Cálculos Justificativos

Anexo 2.- Componentes de la instalación KNX

Anexo 3.- Estudio Básico de Seguridad y Salud

Anexo 4.- Estudio de Gestión de Residuos de construcción y demolición

Anexo 5.- Estudio de campos magnéticos en centros de transformación

Anexo 6.- Estudio de viabilidad económico-financiera

DOCUMENTO 4.- PLANOS

DOCUMENTO 5.- PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 6.- MEDICIONES

DOCUMENTO 7.- PRESUPUESTO



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Documento 2

Memoria

ÍNDICE MEMORIA

1. Objeto	11
2. Alcance	11
3. Antecedentes	12
3.1. Emplazamiento	13
3.2. Descripción del edificio	13
4. Normas y referencias	14
4.1. Disposiciones Legales y Normas aplicadas	14
4.2. Programas de Cálculo.....	15
4.3. Plan de Gestión de la calidad aplicada en la redacción del proyecto.	16
4.4. Bibliografía.....	16
5. Requisitos de diseño	16
6. Línea Subterránea de Media Tensión.....	17
6.1. Descripción del trazado.....	17
6.2. Disposición física de la línea subterránea	17
6.3. Descripción de los materiales	18
6.3.1. Cable aislado de potencia	18
6.3.1.1. Descripción del cable	18
6.3.1.2. Conductor.....	19
6.3.1.3. Semiconductor interior	19
6.3.1.4. Aislamiento.....	19
6.3.1.5. Pantallas semiconductora externa.....	19
6.3.1.6. Pantalla sobre el conductor	19
6.3.1.7. Pantalla sobre el aislamiento	20
6.3.1.8. Cubierta exterior no metálica	20
6.3.2. Terminales	20
6.3.2.1. Terminales apantallados de interior	20
6.3.2.2. Terminales de exterior termoretráctil	21
6.3.3. Empalmes.....	21
6.3.4. Autoválvulas-pararrayos.....	22
6.3.5. Tubos de polietileno	22
7. Centro de Transformación prefabricado sobre superficie	23
7.1. Dimensiones	24
7.2. Superficies de ocupación	24
7.3. Características eléctricas de la Instalación.....	24
7.3.1. Tensiones en MT	24
7.3.2. Tensiones de Aislamiento	25
7.3.3. Tensiones en BT	25
7.3.4. Potencias de transformación.....	26

7.3.5.	Intensidad nominal en MT	26
7.3.6.	Corriente de cortocircuito	29
7.3.7.	Centros Prefabricados de Superficie	29
7.3.8.	Cimentación de los CT prefabricados.....	29
7.4.	Instalación Eléctrica	30
7.4.1.	Líneas de alimentación	30
7.4.2.	Cables y terminales de MT para conexión entre trafo y aparamenta	30
7.4.3.	Celdas de distribución secundaria.....	31
7.4.4.	Transformadores de potencia.....	31
7.4.4.1.	Transformadores con refrigeración en aceite	31
7.4.5.	Puentes de BT	31
7.4.6.	Cuadros de baja tensión	32
7.4.7.	Toma de tierra de los CBT	32
7.4.8.	Servicios Auxiliares	32
7.4.9.	Circuito de alumbrado	32
7.4.10.	Circuito de protección.....	32
7.5.	Protecciones	33
7.5.1.	Protección contra sobreintensidades.....	33
7.5.2.	Protección contra sobrecargas del transformador	33
7.5.3.	Protección contra cortocircuitos externos.....	34
7.5.4.	Protección contra sobretensiones en MT	34
7.5.5.	Instalación de Puesta a Tierra.....	35
7.5.6.	Diseño de la instalación de puesta a tierra	36
7.5.7.	Elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra.....	37
7.5.7.1.	Electrodos de puesta a tierra	37
7.5.8.	Líneas de tierra	38
7.5.9.	Ejecución de la instalación de puesta a tierra.....	38
7.5.10.	Puesta a tierra de protección.....	38
7.5.11.	Puesta a tierra de servicio	40
7.5.12.	Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de paso y contacto	40
8.	Instalación de enlace.....	41
8.1.	Canalizaciones	41
8.2.	Canalizaciones enterradas bajo tubo	42
8.3.	Conductores	43
8.4.	Empalmes y conexiones	43
8.5.	Sistemas de protección.....	43

8.5.1. Protección a sobrecargas:.....	44
8.5.2. Protección a sobrecargas:.....	44
9. Instalación interior	45
9.1. Prevision de cargas	45
9.1.1. Planta baja	46
9.1.2. Planta tipo	47
9.2. Dispositivo general e individuales de mando y protección.....	49
9.3. Características generales que deberán reunir las instalaciones interiores o receptoras.....	52
9.3.1. Conductores.....	52
9.3.2. Subdivisión de las instalaciones.....	53
9.3.3. Equilibrado de cargas.	53
9.3.4. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.....	53
9.3.5. Conexiones.	54
9.3.6. Sistemas de instalación.....	54
9.4. Instalaciones en cuartos de baño y aseos.....	58
9.4.1. Clasificación de los volúmenes.	59
9.4.2. Elección e instalación de los materiales eléctricos.	62
9.4.3. Requisitos particulares para la instalación de bañeras de hidromasaje, cabinas de ducha con circuitos eléctricos y aparatos análogos.	64
9.5. Instalación en piscina.....	64
9.5.1. Clasificación de los volúmenes.	64
9.5.2. Conductores.....	65
9.5.3. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.....	65
9.5.4. Sistemas de instalación.....	66
9.5.5. Canalizaciones.....	67
9.5.6. Cajas de conexión.....	68
9.5.7. Luminarias.	68
9.5.8. Aparamenta y otros equipos.	68
9.6. Instalación en locales húmedos	70
9.6.1. Clasificación.....	70
9.6.2. Conexiones.	70
9.6.3. Sistemas de instalación.....	70
9.6.4. Aparamenta.	77
9.6.5. Receptores Alumbrado.....	77
9.7. Instalación en locales mojados	77

9.7.1.	Clasificación.....	77
9.7.2.	Conexiones.....	78
9.7.3.	Sistemas de instalación.....	78
9.8.	Instalación subterránea.....	82
9.8.1.	Clasificación.....	82
9.8.2.	Sistemas de instalación.....	82
9.9.	Receptores a motor	84
9.10.	Tomas de tierra.....	85
9.10.1.	Instalación.....	85
9.10.2.	Elementos a conectar a tierra.....	86
9.10.3.	Puntos de puesta a tierra.	87
9.10.4.	Líneas principales de tierra, Derivaciones y Conductores de protección.	87
9.10.5.	Resistencia de las tomas de tierra.....	88
9.10.6.	Revisión de las tomas de tierra.	88
9.11.	Instalaciones especiales en locales de pública concurrencia	89
9.11.1.	Clasificación	89
9.11.2.	Alimentación de los servicios de seguridad	89
9.11.2.1.	Generalidades y fuentes de alimentación.....	90
9.11.2.2.	Fuentes propias de energía	91
9.11.2.3.	Suministro complementarios o de seguridad.....	92
9.12.	Alumbrado de emergencia	93
9.12.1.	Alumbrado de seguridad	93
9.12.1.1.	Alumbrado de evacuación	93
9.12.1.2.	Alumbro ambiente o antipánico	94
9.12.1.3.	Alumbrado zonas de alto riesgo	94
9.12.2.	Alumbrado de reemplazamiento.....	95
9.12.3.	Lugares donde debe instalarse alumbrado de emergencia	95
9.12.3.1.	Con alumbrado de seguridad.....	95
9.12.3.2.	Con alumbrado de reemplazamiento.....	96
9.12.4.	Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia.....	97
9.12.4.1.	Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia.....	97
9.12.4.2.	Luminaria alimentada por fuente central.....	97
9.13.	Prescripciones de carácter general	98
9.14.	Prescripciones específicas para locales de espectáculos y actividades recreativas 100	
10.	Instalación domótica.....	102
10.1.	¿Qué es la domótica?.....	102
10.2.	Introducción al sistema KNX	104
10.3.	Características del sistema KNX.....	107
10.3.1.	Medio de transmisión	107

10.3.2.	Topología.....	110
10.4.	Componentes.....	112
10.4.1.	Tecnología.....	112
10.4.2.	Componentes de bus.....	113
10.5.	Direccionamiento.....	115
10.5.1.	Direcciones físicas.....	115
10.5.2.	Direcciones de grupo.....	116
10.5.3.	Formato de las transmisiones.....	117
10.5.3.1.	Método de acceso al medio.....	117
10.5.3.2.	Formato de las tramas.....	118
10.6.	Cableado de la instalación.....	120
10.6.1.	Tendido.....	120
10.6.2.	Conexiones.....	123
10.6.3.	Protecciones.....	124
10.7.	Características de nuestra instalación domótica.....	124
10.7.1.	Funciones de la instalación.....	125
10.7.1.1.	Iluminación.....	125
10.7.1.2.	Climatización.....	126
10.7.1.3.	Confort.....	126
10.7.1.4.	Eficiencia energética.....	127
10.7.1.5.	Comunicación.....	127
10.7.2.	Topología de la instalación.....	128
10.7.3.	Componentes de la instalación.....	131
11.	Conclusiones.....	131

1. Objeto

El presente proyecto tiene como objeto la Electrificación y la incorporación de un sistema inteligente de gestión a un Hotel a edificar, sito en la Ronda de Marroquies, T. M. de Jaén (Jaén).

Se redacta el presente proyecto para exponer ante los Organismos Competentes que la instalación que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la Instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicho proyecto.

2. Alcance

El ámbito de actuación del presente proyecto corresponde el diseño de la instalación eléctrica, tanto de media tensión como de baja tensión:

- **Línea Subterránea de Media Tensión** a 25 kV, que alimentará el nuevo Centro de Transformación a instalar, para alimentar la potencia necesaria en el hotel.
- El **nuevo Centro de Transformación** prefabricado sobre superficie tipo PFU 4 o similar, tendrá una potencia de 630 kVA.
- **Instalación de enlace**, desde el Cuadro de Baja Tensión del nuevo Centro de Transformación, hasta el Cuadro General del hotel.
- **Instalación interior** del hotel. Las instalaciones interiores a proyectar son las referentes a iluminación y circuitos de potencia, así como las instalaciones adicionales que puedan requerirse según el cumplimiento del REBT.
- **Instalaciones de protección**, así como la puesta a tierra de los elementos eléctricos.

La incorporación de un sistema inteligente de gestión consistirá en los siguientes servicios:

- **Control de la iluminación**, en el cual mediante pulsadores y sensores de presencia se controlará la iluminabilidad o la cantidad de luz en las distintas estancias del hotel.

- **Control de climatización**, de manera que se podrá hacer una gestión más eficiente de los recursos
- **Monitorización de las personas**, para las habitaciones en las que esto sea de aplicación.

3. Antecedentes

Desde hace décadas, las instalaciones convencionales interiores han estado orientadas simplemente a la distribución y conmutación de la energía eléctrica, evidentemente, hoy en día esta tecnología está muy superada.

Las demandas para las instalaciones actuales en viviendas han cambiado y se han vuelto más exigentes en cuanto a:

- Confort
- Posibilidad de uso flexible de las habitaciones
- Controles centralizados y descentralizados
- Seguridad
- Interconexión inteligente de las instalaciones.
- Posibilidades de comunicación
- Consideraciones medioambientales
- Reducción de costes energéticos y de funcionamiento.

Sin embargo, al mismo tiempo que las exigencias han aumentado, las instalaciones eléctricas se han vuelto más complejas y los sistemas más extensivos.

Como consecuencia, resulta imposible conseguir la funcionalidad exigida a los costes de planificación e instalación requeridos, utilizando una instalación eléctrica convencional.

Una solución a todos estos problemas es la instalación de domótica.

Para transferir datos de control de todos los componentes de gestión de edificios se requiere un sistema que elimine los problemas que presentan los dispositivos aislados, asegurando que todos los componentes se comuniquen a

través de un lenguaje común. En resumen, se necesita un sistema tal que sea independiente del fabricante y de los dominios de aplicación.

A través del medio de transmisión (par trenzado, radio frecuencia, línea de fuerza o IP/Ethernet) de KNX, sobre el que se conectan todos los dispositivos, se intercambia la comunicación. Los dispositivos conectados al bus, tanto sensores como actuadores, son utilizados para el control de equipamiento de gestión de edificios en todas las aplicaciones posibles: iluminación, persianas / contraventanas, sistemas de seguridad, gestión energética, calefacción, sistemas de ventilación y aire acondicionado, sistemas de supervisión y señalización, interfaces a servicios y sistemas de control de edificios, control remoto, medición, audio / video, control de bienes de gama blanca, etc. Todas estas funciones pueden ser controladas, supervisadas y señalizadas utilizando un sistema uniforme sin la necesidad de centros de control adicionales.

Se ha elegido el sistema KNX, por estas razones y por ser un standard internacional con más de 20 años de experiencia.

3.1. *Emplazamiento*

El solar en el que se ubica el hotel se encuentra en la Ronda de Marroquies s/n colindante al Polígono Industrial “Los Olivares”. El solar tiene acceso por dos calles ambas de doble sentido.

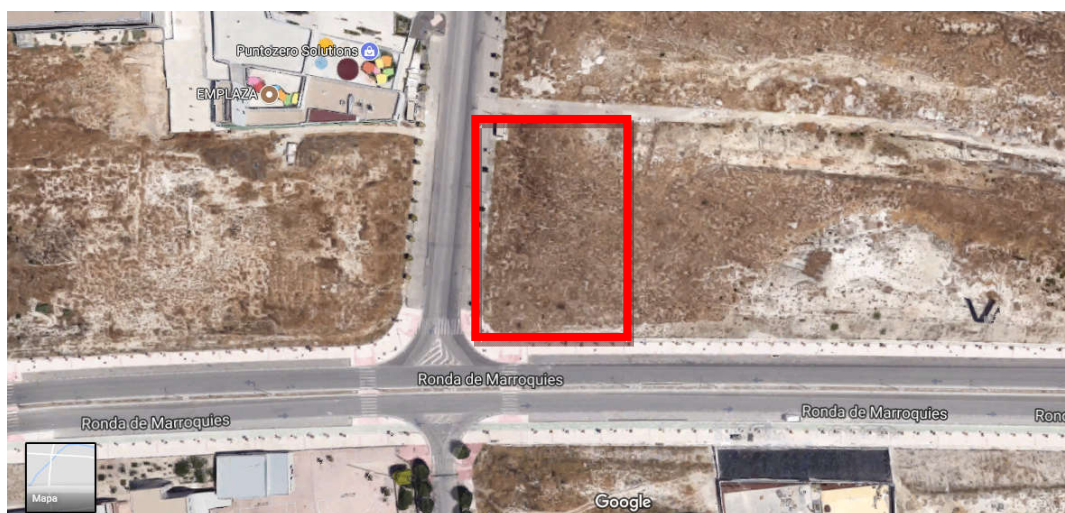


Ilustración 1: Emplazamiento

3.2. *Descripción del edificio*

El edificio consta de cuatro plantas y una pequeña planta sótano. En la planta baja se diferencian dos zonas principalmente, una dedicada a ocio y entretenimiento (piscina, pistas exteriores, parking) y la otra dedicada a los servicios del hotel tales como recepción, recibidor, cocina, almacenes de cocina, vestuario y aseos de personal, comedor, cafetería, gimnasio, sala de fiesta y aseos. Las plantas superiores están dedicadas exclusivamente a habitaciones y la planta sótano de desnivel está aprovechada para sala de máquinas e instalaciones del hotel, así como la instalación de emergencia.

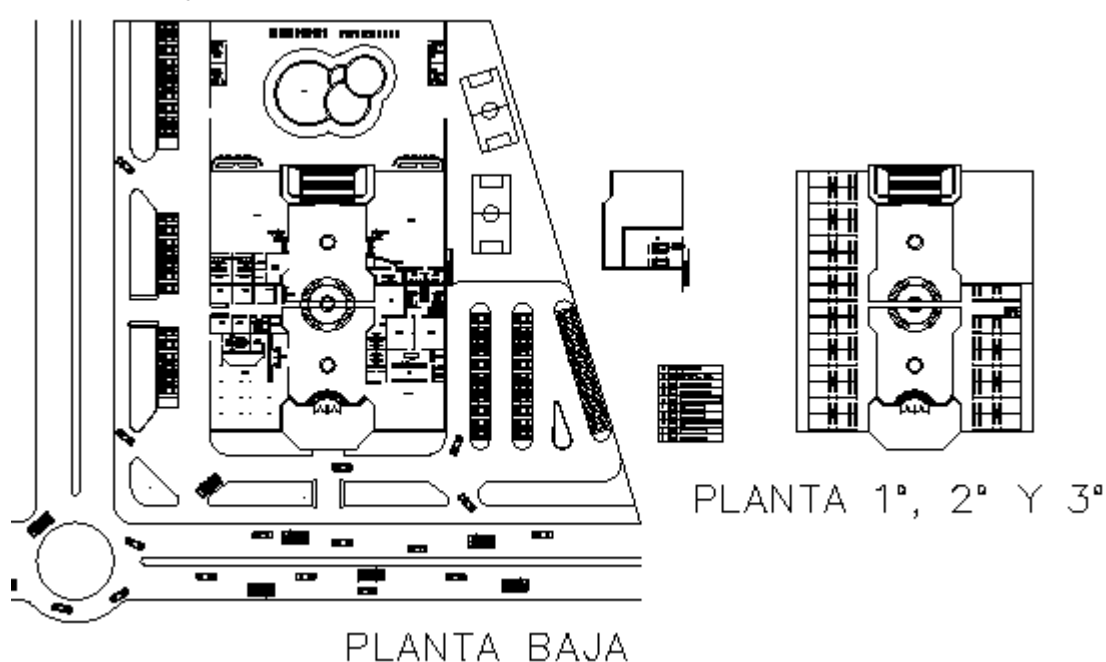


Ilustración 2: Descripción del edificio

4. Normas y referencias

4.1. Disposiciones Legales y Normas aplicadas

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero)
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión (Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo)

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002). REBT 2002 e ITC-BT
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Condiciones Técnicas Particulares de SEVILLANA ENDESA
- Código Técnico de la Edificación, DB SI sobre Seguridad en caso de incendio.
- Código Técnico de la Edificación, DB HE sobre Ahorro de energía.
- Código Técnico de la Edificación, DB SU sobre Seguridad de utilización.
- Código Técnico de la Edificación, DB-HR sobre Protección frente al ruido.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

4.2. *Programas de Cálculo*

Para redactor el presenta proyecto se han utilizado los siguientes software de cálculo:

- Línea subterránea de media tensión: dmelect 2012

- Centro de Transformación: amiKIT 4.0
- Iluminación: Dialux
- Cálculos eléctricos interiores: Hojas de cálculo propias
- Presupuesto: Presto 08

4.3. *Plan de Gestión de la calidad aplicada en la redacción del proyecto.*

Se redacta el presente proyecto según las indicaciones de la norma ISO 157001:2014 y las reglas de estilo proporcionada por la Escuela Politécnica Superior de Jaén para la redacción de Trabajos fin de Grado.

4.4. *Bibliografía*

Los documentos de referencia para la redacción del presente proyecto son los siguientes:

- Técnica de proyectos en instalaciones con EIB.
- Documentación técnica KNX, ofrecida por la web oficial.
- Guías prácticas de aplicación del REBT.
- Trabajo Fin de Grado: Instalación Fotovoltaica para autoconsumo, Juan Manuel Rodríguez Torres, Año 2015.
- Proyecto Final de Carrera: Estudio e incorporación de un sistema de gestión inteligente en un hotel de 4 estrellas en Cabra (Córdoba), Juan Luis Aguilar Padillo, Año 2015
- Proyecto Final de Carrera: Instalacion electrica y control domotico de una vivienda unifamiliar, Sergio Puello Lapena, Año 2012

5. Requisitos de diseño

En el presente proyecto no se ha contado con ninguna limitación de diseño externa.

Para todas las instalaciones proyectadas se ha seguido el criterio de utilizar el máximo posible de elementos comunes e intentar evitar elementos de dimensiones distintas a las utilizadas. Este criterio se utiliza para facilitar la labor de la instalación, reducir costes al utilizar más cantidad de elementos comunes, así como la mejora de

la seguridad de la instalación, a pesar de sobredimensionar algunos de los elementos instalados.

6. Línea Subterránea de Media Tensión

6.1. Descripción del trazado

El trazado de la línea subterránea de media tensión discurre desde arqueta existente, donde se realizará un corte en la línea e instalándose un doble circuito hasta el centro de transformación, donde se realizará entrada y salida y volviendo a conectar en al línea existente, dando así continuidad a la red.

El recorrido de la línea afectará sólo a terrenos de dominio público, se efectuará por zonas que ofrezcan rasantes presentes o futuras que puedan permanecer permanentes.

La construcción y montaje de la red subterránea se realizará siempre con la preceptiva licencia municipal, de acuerdo con lo que dispongan las Ordenanzas Municipales de cada Ayuntamiento, coordinándose con los diferentes servicios públicos que puedan verse afectados por la nueva obra, quedando así resueltos los posibles problemas de paralelismos y cruzamientos.

Para ver el trazado y canalizaciones, consultar planos adjuntos.

6.2. Disposición física de la línea subterránea

Al tender el cable en la zanja se estará bajo tubo de PE de 200 mm de diámetro, además, por la parte superior irá cubierta por una capa de tierra compactada que le servirá de protección para no ser tocado inadvertidamente al realizar otros trabajos en las proximidades de su emplazamiento. Además, se colocarán cintas de señalización teniendo en cuenta que su distancia mínima al suelo será de 10 cm y de 30 cm a la parte superior del cable.

La profundidad mínima de la canalización deberá ser de 900 mm en acera y de 1100 mm en calzada a fin de preservar a estos circuitos de las incidencias que se desarrollan en el subsuelo urbano, es decir, la construcción de otras redes

subterráneas eléctricas de B.T. de alumbrado público, las acometidas de redes subterráneas de B.T., y demás instalaciones de otros organismos.

6.3. Descripción de los materiales

6.3.1. Cable aislado de potencia

6.3.1.1. Descripción del cable

Los cables a utilizar en las redes subterráneas de MT serán unipolares de aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado (R), con pantalla semiconductora sobre el conductor y sobre el aislamiento y con pantalla metálica asociada. Se ajustarán a lo indicado en las Normas UNE-HD 620-10E y UNE 211620:2010 y/o ITC-LAT-06. La tensión nominal de los conductores será de 18/30 kV y la sección de 150 mm².

El aislamiento está constituido por un diámetro seco extruido, de polietileno reticulado químicamente (XLPE), de espesor radial adecuado a la tensión nominal del cable, de excelentes características dieléctricas, térmicas, y de gran resistencia a la humedad.

Las características térmicas del polietileno reticulado permiten que el conductor trabaje permanentemente a 90°C, temperatura máxima admisible para este conductor y este tipo de aislamiento.

Los circuitos se compondrán de tres conductores unipolares de aluminio del tipo y características que se indican continuación:

RH5Z1 (S) 18/30 kV 1x150 K Al

Tipo		Unipolar
Sección		150 mm ²
Naturaleza		Aluminio
Número mínimo de alambres del conductor		15
Diámetro mínimo de la cuerda		13,9 mm
Diámetro máximo de la cuerda		15 mm
Resistencia máxima del conductor a 20 C		0,206 Ω /km
Aislamiento		XLPE
Temperatura máxima asignada al conductor	Servicio normal	90 °C
	Cortocircuito 5 seg.	250 °C
Espesor nominal aislamiento XLPE		8 mm
Espesor nominal de la cubierta		2 mm

Proceso de fabricación	Triple extrusión simultánea
Tensión nominal	18/30 kV
Intensidad máxima admisible en servicio permanente en instalación enterrada a una temperatura de 25 °C	260 A
Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor (1s)	14,1 kA
Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla (1s)	2,99 kA
Radio mínimo de curvatura:	530 mm
Capacidad por Km	0,123 µF/km
Reactancia por Km	0,194 Ω/km

Tabla 1: Características del conductores

6.3.1.2. Conductor

Los conductores serán circulares compactos de aluminio, de clase 2 según la norma UNE-EN 60228, y estarán formados por varios alambres de aluminio cableados. La sección del conductor previsto es de 150 mm².

6.3.1.3. Semiconductores interior

Estará constituida por una capa de mezcla semiconductora termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor nominal de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

6.3.1.4. Aislamiento

El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, de mezcla aislante tipo Polietileno reticulado XLPE, temperatura de servicio 90°C y temperatura de cortocircuito (duración 5s) de 250 °C.

El espesor mínimo absoluto del aislamiento para un cable RH5Z1 de tensión asignada de 18/30 kV y secciones entre 95 y 400 mm² será de 6,4 mm.

6.3.1.5. Pantallas semiconductora externa

Estará constituida por una capa de mezcla semiconductora termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

6.3.1.6. Pantalla sobre el conductor

Su misión es confinar el campo eléctrico, dentro de una superficie cilíndrica equipotencial lo más uniformemente posible, eliminando las irregularidades de los

alambres. A tal, se dispone sobre el conductor una capa semiconductor, termoestable y extruida, de espesor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

Sin esta pantalla, el aislamiento quedaría sujeto a distintos gradientes de potencial.

6.3.1.7. Pantalla sobre el aislamiento

La pantalla metálica debe asegurar la conducción de la corriente de falta y evitar la propagación radial de agua en el cable.

Estará realizada con una cinta de aluminio monoplacada, de 0,3 mm de espesor, formando un tubo longitudinal, con bordes superpuestos al menos 5 mm y encolados, este tubo debe quedar adherido longitudinalmente con continuidad a la cubierta.

6.3.1.8. Cubierta exterior no metálica

La cubierta exterior será de color rojo y estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina, tipo DMZ1, de acuerdo con la norma UNE –HD 620-5-E.

El espesor nominal de la cubierta estará de acuerdo con la tensión nominal del conductor y la sección del mismo.

6.3.2. Terminales

6.3.2.1. Terminales apantallados de interior

Los terminales serán adecuados para el tipo de conductor empleado y aptos igualmente para la tensión de servicio. Cumplirán las normas HD-629.2 y UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181.

Sus características son:

Características generales	150/240 mm²	400 mm²
Tensión nominal U_0/U :	18/30 kV	
Tensión más elevada de la red U_m :	36 kV	
Tensión a impulsos tipo rayo:	170 kV cresta	
Tensión soportada a frecuencia industrial:	70 kV	
Línea de fuga en atmósfera no contaminada:	≥ 408 mm.	

Características generales	150/240 mm ²	400 mm ²
Línea de fuga en atmósfera no contaminada:	>= 600 mm.	
Intensidad nominal:	400 A	630 A
Límite térmico (1s):	28 kA	28 kA
Sobrecarga admisible (8 horas):	600 A	900 A

Tabla 2: Características terminales

6.3.2.2. Terminales de exterior termorretráctil

En estos terminales, mediante la aplicación de un tubo termorretráctil de un material especial cubriendo la superficie del aislamiento en el terminal y solapado sobre el semiconductor exterior del cable, se consigue un control del campo que queda repartido sobre la longitud del terminal y evita la concentración de las líneas de campo en la zona en la que termina el semiconductor exterior.

El conjunto se recubre con otro tubo termorretráctil con características anti-tracking y se colocan las campanas para extender la línea de fuga. Cumplieran la norma UNE-HD 629.1-S1.

Características generales	150 mm ²	240 mm ²	400 mm ²
Tensión nominal U ₀ /U:	18/30 kV		
Tensión más elevada de la red U _m :	36 kV		
Tensión a impulsos tipo rayo:	170 kV cresta		
Tensión soportada a frecuencia industrial:	70 kV		
Línea de fuga:	>= 550 mm.		
Intensidad nominal:	315 A	415 A	530 A
Límite térmico (T=160 °C 1s):	13 kA	21 kA	25 kA

6.3.3. Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. El aislamiento podrá ser constituido a base de cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de

compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente.

Los empalmes cumplirán las normas UNE 21.021 y UNE-EN 61238. Las características principales son:

Características de los Empalmes	150 mm ²	240 mm ²	400 mm ²
Tensión nominal	18/30 kV		
Tensión máxima	36 kV		
Tensión de ensayo a 50 Hz (1 min)	72 kV		
Tensión de ensayo onda tipo rayo	170 kV		
Intensidad máxima	315 A	415 A	550 A
Límite térmico (T= 160° C, 1 s)	13 kA	21 kA	25 kA
Límite dinámico	38 kA	50 kA	50 kA

Tabla 3: Características empalmes

6.3.4. Autoválvulas-pararrayos

En los pasos de aéreo a subterráneo, se deben instalar pararrayos de óxido metálico para la protección de sobretensiones. Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas. La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará ni a través de la estructura del apoyo metálico ni de la armadura, en el caso de apoyos de hormigón armado.

6.3.5. Tubos de polietileno

Las características técnicas del tubo de polietileno son:

- Tipo de material: PE (Polietileno).
- Tipo de construcción: Doble pared
- Diámetro interior: 165 mm mínimo.
- Diámetro exterior: 200 mm.
- Resistencia a la compresión: 450 N.
- Resistencia al impacto: Tipo N (uso normal).
- Color: Rojo.
- Marcas en el tubo: Indeleble.

7. Centro de Transformación prefabricado sobre superficie

La ubicación del CT será determinada por la compañía distribuidora según acuerdo con el promotor, teniendo en cuenta el cumplimiento de las condiciones de seguridad, del mantenimiento de las instalaciones, y de la garantía de servicio. Se establecerá atendido a los siguientes aspectos:

El emplazamiento elegido del CT deberá permitir el tendido, a partir de él, de todas las canalizaciones subterráneas previstas, de entrada y salida al CT, hasta las infraestructuras existentes a las que quede conectado.

El nivel freático más alto se encontrará 0,30 m por debajo del nivel inferior de la solera más profunda del CT.

Como norma general se accederá al CT directamente desde la calle o vial público, de manera que sea posible la entrada de personal y materiales. Excepcionalmente, el acceso será desde una vía privada con la correspondiente servidumbre de paso para garantizar la entrada de personal y material en todo momento.

El acceso al interior del CT será exclusivo para el personal de EDE o empresas autorizadas. Este acceso estará situado en una zona que, incluso con el CT abierto, deje libre permanentemente el paso a bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro, etc.

Las vías para los accesos de materiales deberán permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos integrantes del CT, hasta el lugar de ubicación del mismo.

Los espacios correspondientes a ventilaciones y accesos cumplirán con las distancias reglamentarias y condiciones de la ITC-RAT 14 “Instalaciones Eléctricas de Interior” y lo establecido en el documento básico HS3 “Calidad de Aire Interior” del Código Técnico de la Edificación.

No se podrán instalar estos centros en zonas inundables, y además se comprobará que el tramo del vial de acceso al local destinado a centro de

transformación, no se halla en un fondo o badén, que eventualmente pudiera resultar inundado por fallo de su sistema de drenaje.

7.1. Dimensiones

Las dimensiones del CT deberán permitir:

- El movimiento e instalación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación.
- Ejecutar las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen, según la ITC-RAT 14.
- El mantenimiento del material, así como la sustitución de cualquiera de los elementos que constituyen el mismo sin necesidad de proceder al desmontaje o desplazamiento del resto.
- La instalación del sistema de telecomunicaciones.
- La instalación del sistema de medida.

7.2. Superficies de ocupación

En el diseño del CT se tendrán en cuenta tanto las dimensiones de todos los elementos que habitualmente se instalan en su interior, como las dimensiones de la superficie necesaria para pasillos y maniobras según la ITC-RAT 14, no incluyendo la separación a pared de la aparamenta que debe facilitar el fabricante. Las zonas de servidumbre podrán superponerse.

7.3. Características eléctricas de la Instalación

7.3.1. Tensiones en MT

Dependiendo de la tensión nominal de alimentación, excepto para los transformadores de potencia y las autoválvulas, la tensión prevista más elevada del material será la fijada en la tabla siguiente,

Arrollamiento	Tensión asignada U_r (kV)	Tensión elevada para el material U_m (kV)	Tensión soportada de corta duración (1 min.) a frecuencia industrial U_d (kV)	Tensión soportada a impulsos tipo rayo U_p (kV)
MT	5.2 (*)	24	50	125
	6 (*)			
	8			
	10			
	11(*)			
	13,2			
	15			
	16(*)			
	17			
	20			
	25	36	70	170
	28(*)			
	30(*)			

(*) Niveles de tensión considerados “marginales”.

Tabla 4: Niveles de Tensión

7.3.2. Tensiones de Aislamiento

El aislamiento se dimensionará en función del nivel de tensión de la red proyectada y de los requerimientos indicados en la ITC-RAT 12, de acuerdo a lo indicado en la tabla del punto anterior.

7.3.3. Tensiones en BT

En cuanto a la tensión de servicio de la instalación de BT del CT, se podrán dar los casos recogidos en la tabla siguiente:

Tipo de CT	Tensión nominal en BT (V)	Transformador
Monotensión	400	Clase B2
Bitensión	230 y 400	Clase B1B2

Tabla 5: Tensiones en BT

A los efectos del nivel de aislamiento, el material y los equipos de BT instalados en los CT con envolvente conectada a la instalación de tierra general, serán capaces de soportar, por su propia naturaleza o mediante aislamiento suplementario, tensiones a masa de hasta 10 kV a 50 Hz durante 1 minuto y 20 kV en onda tipo rayo.

En el presente proyecto el CT constará de un cuadro de baja con cuatro salidas.

Tipo de CT	Tensión nominal en BT (V)	Potencias asignadas (kVA)						
		50	100	160	250	400	630	1000
Monotensión	400 (B2)	X	X	X	X	X	X	X
Bitensión	230 y 400 (B1B2)			X	X	X	X	--

Tabla 6: Tensiones de baja tensión según potencia de trafo

7.3.4. Potencias de transformación

En general se utilizarán las potencias de 250, 400 y 630 kVA, quedando reservadas el resto para casos en los que haya que atender necesidades especiales, en las que se requerirá consulta previa a EDE.

En el presente proyecto el CT constará «descripción del número de transformadoras, potencias, tipo de refrigeración, de la aparamenta B.T.», y de características:

	Transformador
Potencia	<u>630 kVA</u>
Tensión Primaria	<u>25 kV</u>
Tensión Secundaria	<u>400/230 V</u>

Tabla 7: Datos del trafo

7.3.5. Intensidad nominal en MT

La intensidad nominal del embarrado y la aparamenta de MT será, en general, de 630 A de acuerdo con la Norma GSM001 *“MV RMU with Switch-Disconnecter”*.

Las características generales de las celdas instaladas en el nuevo CT serán las siguientes:

Características de la celda de remonte	Valora asignado
- Tensión nominal	<u>36 kV</u>
- Intensidad nominal	<u>630 A</u>
- Intensidad de corta duración (1 o 3s)	<u>16/20 kA</u>
Nivel de Aislamiento: Frecuencia industrial 1 min - a tierra y entre fases - a la distancia de seccionamiento	 <u>70 kV</u> <u>80 kV</u>
Impulso tipo rayo Frecuencia industrial 1 min - a tierra y entre fases - a la distancia de seccionamiento	 <u>170 kV</u> <u>195 kV</u>
Poder de corte de corriente: - Corriente principalmente activa - Poder de corte de falta a tierra - Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	<u>630 A</u> <u>63 A</u> <u>50 kV</u>

Tabla 8: Datos celda de remonte

Características de la celda de protección	Valor asignado
- Tensión nominal	<u>36 kV</u>
- Intensidad nominal en el embarrado	<u>630 A</u>
- Intensidad nominal en la derivación	<u>200 A</u>
- Intensidad de corta duración embarrado superior (1 o 3s)	<u>16/20 kA</u>
Nivel de Aislamiento:	
Frecuencia industrial 1 min	
- a tierra y entre fases	<u>70 kV</u>
- a la distancia de seccionamiento	<u>80 kV</u>
Impulso tipo rayo	
Frecuencia industrial 1 min	
- a tierra y entre fases	<u>170 kV</u>
- a la distancia de seccionamiento	<u>195 kV</u>
Capacidad de cierre	<u>2,5 kV</u>
Poder de corte:	
- Corriente principalmente activa	
- Poder capacitiva	<u>630 A</u>
- Poder inductiva	<u>50 A</u>
- Poder a tierra I_{CE}	<u>16 A</u>
- Poder a tierra $\sqrt{3} I_{CL}$	<u>63 A</u>
- Poder de corte de falta a tierra en cables en vacío	<u>31,5 A</u>
- Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	<u>320 A</u> <u>20 kA</u>

Tabla 9: Datos celda de protección

7.3.6. Corriente de cortocircuito

Los materiales de MT instalados en los CT, deberán ser capaces de soportar las solicitudes debidas a las corrientes de cortocircuito y los tiempos de duración del defecto que se expresan en la tabla siguiente.

Intensidad asignada de corta duración 1 s. (Límite térmico) (kA)	Valor de cresta de la intensidad de cortocircuito admisible asignada (Límite dinámico) (kA)
16	40
20 (*)	50 (*)

Tabla 10: Corrientes de cortocircuito

(*) Cuando las características de la red así lo requieran, se utilizarán celdas cuyas intensidades serán de 20 kA, con valor de cresta de 50 kA”.

7.3.7. Centros Prefabricados de Superficie

Los edificios prefabricados para alojar CT de superficie (en adelante EP) podrán ser de tipo monobloque o constituidos por varias piezas o paneles prefabricados de hormigón armado convenientemente ensamblados.

Estarán preparados para albergar toda la aparamenta y equipos de acuerdo a las configuraciones descritos en el apartado correspondiente del presente proyecto, con tensión máxima del material 24 ó 36 kV y potencia máxima de los transformadores de 1.000 kVA.

7.3.8. Cimentación de los CT prefabricados

El terreno sobre el cual deba ir situado el EP, deberá compactarse previamente con un grado no menor al 90%.

En los casos en los el proyectista lo considere necesario se construirá una solera de hormigón capaz de soportar los esfuerzos verticales previstos con las siguientes características:

- Hormigón armado (varillas de 4 mm y cuadro 20 x 20 cm)
- 15 cm de grosor

- Dimensiones tales que abarquen la totalidad de la superficie del EP sobresaliendo 25 cm por cada lado
- Se instalaran tubos de paso para las puestas a tierra.

En cualquier caso, directamente sobre el terreno compactado o sobre la solera, y para que el edificio se asiente correctamente, se dispondrá una capa de arena de 10 o 15 cm de grosor.

La presión que el EP ejerza sobre el terreno no excederá de 1 kg/cm².

7.4. Instalación Eléctrica

7.4.1. Líneas de alimentación

Las líneas de 3ª Categoría ($\leq 30\text{kV}$) de alimentación del CT podrán ser aéreas o subterráneas, diseñadas y construidas cumpliendo la reglamentación y normativa vigente que les sea de aplicación.

La entrada al CT de las líneas de alimentación de 3ª Categoría se realizará, en todos los casos, mediante cables subterráneos unipolares aislados con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), según la Norma GSC001, "Technical specification of medium voltage cables".

La temperatura mínima ambiente para ejecutar el tendido del cable será siempre superior a 0°C, el radio de curvatura mínimo durante el tendido será de $20xD$ siendo D el diámetro exterior del cable, una vez permanentemente instalado, este radio de curvatura podrá ser como máximo de $15xD$.

7.4.2. Cables y terminales de MT para conexión entre trafo y aparamenta.

Al igual que para las líneas de alimentación, se utilizarán cables unipolares aislados con aislamiento de polietileno reticulado.

Se emplearán cables de aluminio de 95 mm^2 de sección para el caso de tensión más elevada del material 24 kV y de 150 mm^2 para tensiones de hasta 36 kV.

Los terminales podrán ser convencionales o enchufables en función de las características de las celdas y del transformador.

7.4.3.Celdas de distribución secundaria

Las celdas de distribución secundaria corresponderán al tipo de celdas bajo envolvente metálica en las modalidades de compactas con corte y aislamiento en SF6.

7.4.4.Transformadores de potencia

En general, los transformadores se ajustarán a lo especificado en la Norma GST001 “MV/LV Transformers”.

7.4.4.1. Transformadores con refrigeración en aceite

La refrigeración será por circulación natural del aceite mineral, enfriado a su vez por las corrientes de aire que se producen de forma no forzada alrededor de la cuba, corresponde a la denominación ONAN según norma UNE-EN 60076-1.

Todos los transformadores deben cumplir la norma UNE-EN 60076-2

7.4.5.Puentes de BT

La unión entre las bornas BT del transformador y el cuadro de BT se efectuará por medio de cables aislados unipolares de aluminio del tipo XZ1, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina, de tensión nominal 0,6/1 kV.

La conexión del cuadro de BT con el transformador se hará mediante un puente único, excepto para los transformadores bitensión, en que se instalará un puente independiente para cada tensión.

La composición de los puentes de BT en función de la potencia y la tensión del secundario del transformador se determinan en el capítulo correspondiente del documento “Anexo de cálculos”.

En general, los puentes de BT de los CT prefabricados se instalarán al aire. En caso de instalarse sobre bandejas, preferiblemente serán de PVC y si se disponen sobre bandejas metálicas deberán conectarse a la red de tierra de protección.

7.4.6. Cuadros de baja tensión

El CT irá dotado de uno o dos cuadros modulares de distribución de baja tensión, cuya función es la de recibir el circuito principal de BT procedente del transformador y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

En los casos particulares en los que se requiera la conexión de salidas de BT en paralelo, y siempre que no se superen los 12 kA de corriente de cortocircuito entre fases en BT se instalarán cuadros específicos

7.4.7. Toma de tierra de los CBT

En el caso de que el bastidor sea metálico del cuadro dispondrá de una conexión para la puesta a tierra para unión mediante terminal, o bien por una abrazadera aprietacables, tanto en el módulo de acometida como en el de ampliación.

7.4.8. Servicios Auxiliares

El cuadro de BT del CT estará previsto de una unidad funcional de control para alimentar los servicios auxiliares del mismo: alumbrado del CT y protección contra sobrecargas del transformador.

7.4.9. Circuito de alumbrado

En los Centros no telemandados se iniciará en uno de los fusibles de la unidad funcional de control del cuadro de BT y alimentará la base bipolar para toma de corriente de 10 A y 230 V dispuesta en dicha unidad, y el alumbrado del CT.

Para el alumbrado interior del CT se instalarán los puntos de luz necesarios para conseguir, al menos, un nivel medio de iluminación de 150 lux.

En cualquier caso, se colocarán como mínimo dos puntos de luz, dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación y que su sustitución pueda realizarse sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

7.4.10. Circuito de protección

Se iniciará en el otro fusible de la unidad funcional de control del cuadro de BT. Accionado por la sonda de temperatura del transformador de potencia excitará la

bobina de disparo del interruptor-seccionador de la celda de protección del transformador, provocando su apertura.

7.5. Protecciones

7.5.1. Protección contra sobreintensidades

En base a lo indicado en la ITC-RAT 09 apartado 4.2.1 referente a la protección de transformadores MT/BT, estos deberán protegerse contra sobreintensidades producidas por sobrecargas o cortocircuitos, ya sean externos en la baja tensión o internos en el propio transformador.

La protección se efectuará limitando los efectos térmicos y dinámicos mediante la interrupción del paso de la corriente, para ello se utilizarán generalmente cortacircuitos fusibles. La fusión de cualquiera de los fusibles dará lugar a la desconexión trifásica del interruptor-seccionador de protección del transformador. En casos excepcionales podrán utilizarse interruptores automáticos accionados por relés de sobreintensidad.

7.5.2. Protección contra sobrecargas del transformador

Esta protección la provee una sonda que mide la temperatura del aceite en la parte superior del transformador y que provoca el disparo del interruptor-seccionador de la celda de protección de dicho transformador.

El ajuste de esta sonda será de 105 ° C.

Según las características de los transformadores de distribución que se reflejan en la Norma UNE 20110, las temperaturas máximas admisibles, en permanencia, y para una temperatura del ambiente de 40 °C, son:

Para los arrollamientos: 65 °C. (Total 105 °C.)

Para el aceite en su parte superior: 60 °C. (Total 100 °C.)

Según esta misma Norma UNE 20110, la temperatura máxima del punto más caliente, admisible permanentemente y sin deterioro para los elementos del transformador, es del orden de 140 °C, incluyendo la temperatura ambiente, valor a partir del cual pueden producirse gases.

7.5.3. Protección contra cortocircuitos externos

La protección contra cortocircuitos externos en el puente que une los bornes del secundario del transformador y el Cuadro de BT, y en el propio embarrado del CBT estará asignada a los fusibles de MT.

Los cortocircuitos que puedan producirse en las líneas de BT que salen del centro de transformación en ningún caso deberán repercutir en el transformador, por lo cual el calibre de los fusibles que protegen las salidas desde el cuadro de BT se dimensionaran en función de las características de la línea que alimentan.

A modo orientativo se seguirá la tabla siguiente para la selección del calibre de los fusibles de MT de protección del transformador.

POTENCIA DEL TRANSFORMADOR	FUSIBLES APR RECOMENDADOS (A)							
	5 KV	11 KV	13,2 KV	15,4 KV	16 KV	20 KV	25 KV	30 KV
50	25	10	10	10	6	6	5	5
100	40	20	16	16	16	16	10	8
160	63	32	25	20	25	20	16	10
250	80	50	40	40	40	32	20	16
400	100	80	63	50	50	40	32	25
630	---	100	100	80	80	63	50	40
1000	---	---	100	100	100	80	63	50

Tabla 11: Fusibles recomendados

7.5.4. Protección contra sobretensiones en MT

La protección contra sobretensiones de la aparamenta instalada en el CT objeto del presente proyecto se realizará, si procede, colocando un juego de pararrayos en el punto de transición de línea aérea a subterránea. La conexión de la línea al pararrayos, se hará mediante conductor desnudo de las mismas características que el de la línea. Dicha conexión será lo más corta posible evitando en su trazado las curvas pronunciadas.

El margen de protección entre el nivel de aislamiento del transformador y el nivel de protección del pararrayos será como mínimo del 80%.

7.5.5. Instalación de Puesta a Tierra

El CT estará provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en el propio CT.

En general la instalación de puesta a tierra estará formada por dos circuitos independientes: el de Protección y el de Servicio, que se diseñarán de forma que, ante un eventual defecto a tierra, la máxima diferencia de potencial que pueda aparecer en la tierra de servicio sea inferior a 1.000 V. La separación mínima entre los electrodos de las tierras de protección y de servicio se calcula en el Documento de Cálculos justificativos

Se podrá prescindir de una red independiente de puesta a tierra de servicio en aquellos casos en los que la intensidad de defecto y la resistencia de puesta a tierra de protección sean tales que ante un posible defecto a tierra la elevación de potencial en la red de la instalación de puesta a tierra sea inferior a 1.000 V.

Se conectarán al circuito de puesta a tierra de protección, con carácter general las masas de MT y BT, y más concretamente los siguientes elementos:

- Envolturas y pantallas metálicas de los cables.
- Envolvente metálica de las celdas de distribución secundaria y cuadros de BT.
- Cuba del transformador.
- Pararrayos Autoválvula de MT.
- Bornas de tierra de los detectores de tensión.
- Bornas de puesta a tierra de los transformadores de intensidad de BT.
- Bornas para conexión a tierra de los dispositivos portátiles de puesta a tierra.
- Pantallas o enrejados de protección.
- Mallazo equipotencial de la solera.
- Tapas y marco metálico de los canales de cables.

Las rejillas de ventilación y las puertas se instalarán de manera que no estén en contacto con la red de tierra de protección.

Al circuito de puesta a tierra de servicio se conectará el neutro de BT del transformador y la barra general de neutro del cuadro de BT.

7.5.6.Diseño de la instalación de puesta a tierra

Para diseñar la instalación de puesta a tierra se utilizará el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” elaborado por UNESA.

El método UNESA establece el siguiente procedimiento a seguir para el diseño de la instalación de puesta a tierra de un CT:

Investigación de las características del terreno. Se admite la estimación del valor de la resistividad del terreno, aunque resulta conveniente medirla in situ mediante el método de Wenner.

Determinación de la intensidad de defecto a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto. El cálculo de la intensidad de defecto tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro, pudiendo ser:

- Neutro aislado
- Neutro unido a tierra
- Directamente
- Mediante impedancia
- Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra.
- Cálculo de la resistencia de puesta a tierra.
- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior del CT.
- Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior del CT.
- Comprobación de que las tensiones de paso y contacto son inferiores a los valores máximos admisibles definidos en el ITC-RAT 13 “Instalaciones de puesta a tierra”.
- Investigación de las tensiones transferidas al exterior.
- Corrección y ajuste del diseño inicial.

En el documento Anexo de Cálculo del presente Proyecto se desarrolla el procedimiento de cálculo y justificación de la instalación de puesta a tierra que se aplicará al CT proyectado.

7.5.7.Elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra

Los elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra son los electrodos de puesta a tierra y las líneas de tierra.

7.5.7.1. Electrodos de puesta a tierra

Dependiendo de las características del CT, podrán estar formados por:

- Picas de acero recubierto de cobre.
- Conductores enterrados horizontalmente (cable de cobre C-50).
- Combinación de picas y conductores horizontales.

Las picas se hincarán verticalmente quedando su extremo superior a una profundidad no inferior a 0,5 m. En terrenos donde se prevean heladas, se aconseja una profundidad mínima de 0,8 m.

Los electrodos horizontales se enterrarán a una profundidad igual a la del extremo superior de las picas.

El valor mínimo de la superficie total del electrodo será dado por la expresión:

$$S > \frac{I_d \cdot \sqrt{\rho \cdot t}}{11600}$$

en la que:

S Superficie total del electrodo (m²)

I_d Intensidad de defecto (A)

ρ Resistividad media del terreno (Ω·m)

t Tiempo de duración del defecto (s)

7.5.8.Líneas de tierra

Estarán constituidas por conductores de cobre. En función de la intensidad de defecto y la duración del mismo, las secciones mínimas (S) del conductor a emplear por cada línea de tierra a efectos de no alcanzar su temperatura máxima se deducirán a partir de la expresión siguiente:

$$S \geq \frac{I_d}{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{t}{\Delta\sigma}}$$

Ecuación 1

donde:

S Sección mínima (mm²)

I_d Intensidad de defecto (A)

t Tiempo de duración del defecto (s)

Para conductor de cobre y t < 5 s, α = 13

Δσ Para conductor aislado Δσ = 160 °K y Δσ = 180 °K para conductor desnudo

Se adoptará con carácter general la sección mínima de 50 mm² de cobre. La línea de tierra del neutro estará aislada en todo su recorrido con un nivel de aislamiento de 10 kV eficaces en ensayo de corta duración (1 minuto) a frecuencia industrial y de 20 kV a impulso tipo rayo 1,2/50 ms.

7.5.9.Ejecución de la instalación de puesta a tierra

Con carácter general, para los CT de EDE se adoptarán las soluciones constructivas para la ejecución de los circuitos de puesta a tierra de protección y de servicio que se detallan en los apartados siguientes.

7.5.10. Puesta a tierra de protección

La puesta a tierra de protección se ejecutará, siempre que sea posible, mediante un electrodo horizontal formado por cable de cobre de 50 mm² de sección (C-50) soterrado bajo la solera del CT, de forma cuadrada o rectangular, complementado, si procede, con picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro clavadas en el terreno. En número de picas será el suficiente para conseguir la resistencia a tierra prevista.

Para conexión del mallazo equipotencial de la solera se utilizarán al menos dos latiguillos de cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección dispuestos en dos puntos diametralmente opuestos del CT.

El anillo perimetral se conectará al electrodo de puesta a tierra mediante, al menos, dos latiguillos de cable de cobre de 50 mm² de sección, situados en dos puntos opuestos.

Para el paso a través de la solera los latiguillos de conexión discurrirán por el interior de tubos de PVC.

En la instalación de la puesta a tierra de protección y en la conexión de elementos a la misma, se cumplirán las siguientes condiciones:

El recorrido de la línea que constituye el circuito de protección será rectilíneo y paralelo o perpendicular al suelo del CT.

La parte de la instalación de la puesta a tierra de protección que discurre por el interior del CT será revisable visualmente en todo su recorrido.

Se instalarán un borne de conexión para la medida de la resistencia de tierra en los que será posible la inserción de una pinza amperimétrica para la medición de la corriente de fuga o la continuidad del bucle.

Los elementos conectados a tierra no estarán intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se efectuará mediante derivaciones individuales.

No se unirá a la instalación de puesta a tierra ningún elemento metálico situado en los perímetros exteriores del CT, tales como puertas de acceso, rejas de ventilación, etc.

La pletina de puesta a tierra de las celdas de distribución secundaria se conectará al circuito de protección en al menos dos puntos.

Igualmente, la cuba del transformador se conectará, por lo menos en dos puntos, a la puesta a tierra de protección.

La envolvente del cuadro de BT (cuando sea metálica) estará conectada al circuito de protección, mientras que la pletina de conexión del neutro de BT lo estará al de servicio.

7.5.11. Puesta a tierra de servicio

Para la puesta a tierra de servicio se utilizará un electrodo constituido por picas alineadas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, clavadas en zanja a una profundidad mínima de 0,5 m.

El número de picas a instalar estará determinado por la condición de que la resistencia de puesta a tierra debe ser inferior a 37Ω .

Al igual que para la puesta a tierra de protección se instalará un borne accesibles para la medida de la resistencia de tierra.

La distancia mínima entre los electrodos de puesta a tierra de protección y de servicio cumplirá la condición de no ser inferior a la obtenida por la fórmula que la determina en el documento de cálculos justificativos.

La línea de tierra se ejecutará con cable de cobre aislado 0,6/1 kV del tipo RV ó DV de 50 mm^2 de sección. Partirá de la pletina de neutro del cuadro de BT y discurrirá, por el fondo de una zanja a una profundidad mínima de 0,5 m hasta conectar con las picas de puesta a tierra.

7.5.12. Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de paso y contacto

El valor de las resistencias de puesta a tierra de protección y de servicio será tal que, en caso de defecto a tierra, las tensiones máximas de paso y contacto no alcancen los valores peligrosos considerados en la ITC-RAT 13.

Si esto no fuera posible, se adoptarán medidas de seguridad adicionales tendentes a adecuar dichos valores de las tensiones de paso y contacto en el exterior del CT.

En este caso, la siguiente medida será de carácter obligatorio:

Construir exteriormente al CT una acera perimetral de 1 m de ancho por 10 cm de espesor, armada y localizada en la zona normalmente utilizada para acceder al mismo, que aporte una elevada resistividad superficial incluso después de haber llovido. El armado de la acera perimetral no se conectará a la tierra de protección

8. Instalación de enlace

8.1. *Canalizaciones*

La canalización se dispondrá, en general, por terrenos de dominio público, y en zonas perfectamente delimitadas.

En este caso, la instalación de enlace subterránea proyectada discurrirá por nueva canalización de 4 tubos de 160 mm en acera, a una profundidad mínima de 80 cm. Por cada uno de los tubos circulará cada uno de los circuitos, provenientes del CBT del CT a instalar, hasta el cuadro general del hotel.

En la canalización en acera, los tubos irán embutidos en macizo de hormigón de 100 Kg/cm² de resistencia característica y 25 cm de espesor, con cinta de “Atención al cable” y relleno de tierra compactada al 95 % del proctor normal y terminación del mismo tipo con hormigón y asfalto.

El trazado será lo más rectilíneo posible y a poder ser paralelo a referencias fijas como líneas en fachada y bordillos. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas de la serie UNE 20.435), a respetar en los cambios de dirección.

En la etapa de proyecto se deberá consultar con las empresas de servicio público y con los posibles propietarios de servicios para conocer la posición de sus

instalaciones en la zona afectada. Una vez conocida, antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto.

8.2. *Canalizaciones enterradas bajo tubo*

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección en los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no.

Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro, como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones, cruces u otros condicionantes viarios.

Las arquetas serán prefabricadas, con tapas de fundición de 60x60 cm. y con un lecho de arena absorbente en el fondo de ellas. A la entrada de las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

A lo largo de la canalización se colocará una cinta de señalización, que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión.

No se instalará más de un circuito por tubo. Los tubos deberán tener un diámetro tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados.

Los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4.

Las características mínimas serán las indicadas a continuación:

- Resistencia a la compresión: 250 N para tubos embebidos en hormigón; 450 N para tubos en suelo ligero; 750 N para tubos en suelo pesado.
- Resistencia al impacto: Grado Ligero para tubos embebidos en hormigón; Grado Normal para tubos en suelo ligero o suelo pesado

- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Protegido contra objetos D > 1 mm.
- Resistencia a la penetración del agua: Protegido contra el agua en forma de lluvia.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos: Protección interior y exterior media

8.3. Conductores

Los conductores a emplear en la instalación serán de Aluminio homogéneo, unipolares, **RV 0,6/1kV de 150mm² Aluminio**, bajo tubo y con aislamiento de polietileno reticulado "**XLPE**".

Este conductor se ajustará a las prescripciones de la Norma UNE 21.123 y de la Recomendación UNESA 3.305, debiendo la cubierta llevar grabado de forma indeleble, la identificación del conductor, nombre del fabricante y año de fabricación, tal y como se indica en las referidas normas.

La naturaleza de dichos conductores será la de alambre de Aluminio, con cubierta en XLPE de color negro, y de sección de fase 150 mm², llevando 4 conductores en total (3 fases + 1 conductor de Neutro de 95 mm²).

El cálculo de la sección de los conductores se realizará teniendo en cuenta que el **valor máximo de la caída de tensión no sea superior a un 0,5 %** de la tensión nominal y verificando que la máxima intensidad admisible de los conductores quede garantizada en todo momento.

8.4. Empalmes y conexiones

Los empalmes y conexiones de los conductores se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. Asimismo, deberá quedar perfectamente asegurada su estanquidad y resistencia contra la corrosión que pueda originar el terreno.

8.5. Sistemas de protección

Un método apropiado para la realización de empalmes y conexiones puede ser mediante el empleo de tenaza hidráulica y la aplicación de un revestimiento a base de cinta vulcanizable.

En primer lugar, la red de distribución en baja tensión estará protegida contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en la misma (ITC-BT-22), por lo tanto se utilizarán los siguientes sistemas de protección:

8.5.1. Protección a sobrecargas:

Se utilizarán fusibles o interruptores automáticos calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación, desde donde parte el circuito (según figura en anexo de cálculo); cuando se realiza todo el trazado de los circuitos a sección constante (y queda ésta protegida en inicio de línea), no es necesaria la colocación de elementos de protección en ningún otro punto de la red para proteger las reducciones de sección.

8.5.2. Protección a sobrecargas:

Se utilizarán fusibles o interruptores automáticos calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación

En segundo lugar, para la protección contra contactos directos (ITC-BT-22) se han tomado las medidas siguientes:

- Ubicación del circuito eléctrico enterrado bajo tubo en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito con las manos por parte de las personas que habitualmente circulan por el acerado.

- Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitan de útiles especiales para proceder a su apertura.

- Aislamiento de todos los conductores con polietileno reticulado "XLPE", tensión asignada 0,6/1 kV, con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.

En tercer lugar, para la protección contra contactos indirectos (ITC-BT-22), la Cía. Suministradora obliga a utilizar en sus redes de distribución en BT el esquema TT, es decir, Neutro de B.T. puesto directamente a tierra y masas de la instalación receptora conectadas a una tierra separada de la anterior, así como empleo en dicha instalación de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local y características del terreno.

El conductor neutro deberá estar identificado por un sistema adecuado. Deberá estar puesto a tierra en el centro de distribución o central generadora, y como mínimo, cada **200 metros** de longitud de línea. Aún cuando la línea posea una longitud inferior, se recomienda conectarlo a tierra al final de ella.

La resistencia de la puesta a tierra no podrá superar los 20 ohmios.

9. Instalación interior

9.1. *Prevision de cargas*

Se calcula la potencia máxima prevista en cada tramo sumando la potencia instalada de los receptores que alimenta, y aplicando la simultaneidad adecuada y los coeficientes impuestos por el REBT. Entre estos últimos cabe destacar:

- Factor de 1'8 a aplicar en tramos que alimentan a puntos de luz con lámparas o tubos de descarga. (Instrucción ITC-BT-09, apartado 3 e Instrucción ITC-BT 44, apartado 3.1 del REBT).

- Factor de 1'25 a aplicar en tramos que alimentan a uno o varios motores, y que afecta a la potencia del mayor de ellos. (Instrucción ITC-BT-47, apartado. 3 del REBT).

Para el cálculo de la simultaneidad se ha considerado que el hotel puede estar al máximo de ocupación, caso en el cual estarán todas las habitaciones consumiendo energía eléctrica, de manera se opta por considerar el coeficiente de simultaneidad como 1 para todos los cálculos.

Los distintos circuitos mencionados en las siguientes tablas, pueden comprobar a que corresponden en los correspondientes planos.

9.1.1.Planta baja

linea	procedencia	descripcion	potencia cargas
Acometida	trafo	cuadro	0
TSPB	Acometida	cuadro	0
TS1P	Acometida	cuadro	82280
TS2P	Acometida	cuadro	82280
TS3P	Acometida	cuadro	82280
TS1	TSPB	cuadro	0
TS2	TSPB	cuadro	0
TS3	TSPB	cuadro	0
TS4	TSPB	cuadro	0
TS5	TSPB	cuadro	0
TS6	TSPB	cuadro	0
TS7	TSPB	cuadro	0
TS8	TSPB	cuadro	0
TS9	TSPB	cuadro	0
TS10	TSPB	cuadro	0
TS11	TSPB	cuadro	0
TS12	TSPB	cuadro	0
C1	TS1	alumbrado	160
C2	TS1	alumbrado	190
C3	TS1	alumbrado	190
C4	TS1	alumbrado	48
C5	TS1	alumbrado	240
C6	TS1	alumbrado	160
C7	TS1	alumbrado	272
C8	TS1	alumbrado	160
C9	TS2	alumbrado	240
C10	TS2	alumbrado	352
C11	TS2	alumbrado	352
C12	TS2	alumbrado	352
C13	TS2	alumbrado	352
C14	TS2	alumbrado	352
C15	TS2	alumbrado	416
C16	TS3	alumbrado	768
C17	TS3	alumbrado	280
C18	TS3	alumbrado	300
C19	TS4	alumbrado	220
C20	TS4	alumbrado	300
C21	TS6	alumbrado	480
C22	TS6	alumbrado	60

C23	TS6	alumbrado	364
C24	TS6	alumbrado	260
C25	TS7	alumbrado	442
C26	TS8	alumbrado	442
C27	TS8	alumbrado	312
C28	TS7	alumbrado	1680
C29	TS7	alumbrado	2520
C30	TS9	alumbrado	2520
C31	TS9	alumbrado	1680
C32	TS9	alumbrado	1680
C33	TS9	alumbrado	2520
C34	TS10	alumbrado	160
C35	TS9	alumbrado	2520
C36	TS4	fuerza	4500
C37	TS6	fuerza	3000
C38	TS8	fuerza	3000
C39	TS7	fuerza	3000
C40	TS8	fuerza	3500
C41	TS2	fuerza	3000
C42	TS1	fuerza	3000
C43	TS1	fuerza	1000
C44	TS1	fuerza	2500
C45	TS1	fuerza	2500
C46	TS10	fuerza	2500
C47	TS5	alumbrado	160
C48	TS8	fuerza	1500
C49	TS8	fuerza	1500
C50	TS11	fuerza	4500
C51	TS12	fuerza	5000
C52	TS4	fuerza	2000
C53	TS5	fuerza	1000
C54	TS3	fuerza	4500

9.1.2.Planta tipo

linea	potencia cargas	potencia acumulada	pot tot
Acometida	0	321840	321840
TSPB	75000	0	75000
TS1P	82280	0	82280
TS2P	82280	0	82280
TS3P	0	82280	82280
C1	260	0	260
C2	260	0	260
C3	260	0	260
C4	260	0	260
C5	260	0	260

C6	260	0	260
C7	260	0	260
C8	260	0	260
C9	260	0	260
C10	260	0	260
C11	260	0	260
C12	260	0	260
C13	260	0	260
C14	260	0	260
C15	260	0	260
C16	260	0	260
C17	260	0	260
C18	260	0	260
C19	260	0	260
C20	260	0	260
C21	260	0	260
C22	260	0	260
C23	260	0	260
C24	260	0	260
C25	260	0	260
C26	260	0	260
C27	260	0	260
C28	260	0	260
C29	3000	0	3000
C30	3000	0	3000
C31	3000	0	3000
C32	3000	0	3000
C33	3000	0	3000
C34	3000	0	3000
C35	3000	0	3000
C36	3000	0	3000
C37	3000	0	3000
C38	3000	0	3000
C39	3000	0	3000
C40	3000	0	3000
C41	3000	0	3000
C42	3000	0	3000
C43	3000	0	3000
C44	3000	0	3000
C45	3000	0	3000
C46	3000	0	3000
C47	3000	0	3000
C48	3000	0	3000
C49	3000	0	3000
C50	3000	0	3000
C51	3000	0	3000

C52	3000	0	3000
C53	3000	0	3000

9.2. *Dispositivo general e individuales de mando y protección*

El dispositivo general de mando y protección, se situará lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en la vivienda, se colocará en el sótano de la vivienda

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1,4 y 2 m

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

En nuestro caso, el cuadro general de mando y protección también lo será, por lo tanto funcionalidad, accesibilidad, espacio y estética según requerimientos del cliente, se instalará en el sótano, el cual estará poco accesible a posibles contactos de clientes y personal no cualificado. Teniendo de esta forma todo centralizado en este punto, facilitando así el mantenimiento.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, de intensidad nominal mínima 25 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo.

- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24).

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a < U$$

Donde:

" R_a " es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

" I_a " es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada). Su valor será de 30 mA.

" U " es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

Ecuación 2

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local (según ITC-BT-22).

- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario. Cuando la instalación se alimente por, o incluya, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, será necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación (situación controlada).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro, y la tierra de la instalación.

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la siguiente tabla:

<u>Tensión nominal de la instalación (V)</u>		<u>Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)</u>			
Sistemas III	/	Sistemas II	Cat. IV /	Cat. III /	Cat. II / Cat. I
230/400		230	6	4	2,5 / 1,5

Tabla 12: Aislamiento a impulsos

En nuestro caso es obligatoria la instalación de protección contra sobretensiones permanentes según normas de la compañía suministradora SEVILLANA-ENDESA.

Dado el valor económico de los elementos de la instalación, y en busca de una mayor seguridad y fiabilidad de la instalación se ha seleccionado una protección combinada contra sobretensiones permanentes y transitorias. La protección seleccionada será tipo 2, al no ser necesaria la instalación de pararrayos, e incluirá el IGA y reconexión automática.

9.3. Características generales que deberán reunir las instalaciones interiores o receptoras

9.3.1. Conductores

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre y serán siempre aislados. Se instalarán preferentemente bajo tubos protectores, siendo la tensión asignada no inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones o receptoras, del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

<u>Sección conductores fase (mm²)</u>	<u>Sección conductores protección (mm²)</u>
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

Tabla 13: Sección conductores de protección

9.3.2. Subdivisión de las instalaciones.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a un piso, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

9.3.3. Equilibrado de cargas.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

9.3.4. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento $\geq 0,5 \text{ M}\Omega$, mediante tensión de ensayo en corriente continua de 500 V (para tensiones nominales $\leq 500 \text{ V}$, excepto MBTS y MBTP).

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000 \text{ V}$ a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

9.3.5. Conexiones.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

9.3.6. Sistemas de instalación.

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en cocinas, cuartos de baño, secaderos y, en general, en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro. Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:
- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios. En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100. Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc., siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

9.4. *Instalaciones en cuartos de baño y aseos*

9.4.1. Clasificación de los volúmenes.

- Volumen 0.

Comprende el interior de la bañera o ducha.

En una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal situado a 0,05 m por encima del suelo. En este caso:

- a. Si el difusor de la ducha puede desplazarse durante su uso, el volumen 0 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m alrededor de la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha; o
- b. Si el difusor de la ducha es fijo, el volumen 0 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 0,6 m alrededor del difusor.

- Volumen 1.

Está limitado por:

- a. El plano horizontal superior al volumen 0 y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo, y
 - b. El plano vertical alrededor de la bañera o ducha y que incluye el espacio por debajo de los mismos, cuanto este espacio es accesible sin el uso de una herramienta; o
- Para una ducha sin plato con un difusor que puede desplazarse durante su uso, el volumen 1 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m desde la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha; o
 - Para una ducha sin plato y con un rociador fijo, el volumen 1 está delimitado por la superficie generatriz vertical situada a un radio de 0,6 m alrededor del rociador.
- Volumen 2.

Está limitado por:

- a) El plano vertical exterior al volumen 1 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m; y
- b) El suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

Además, cuando la altura del techo exceda los 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 1 y el techo o hasta una altura de 3 m por encima del suelo, cualquiera que sea el valor menor, se considera volumen 2.

- Volumen 3.

Está limitado por:

- a) El plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 m; y
- b) El suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

Además, cuando la altura del techo exceda los 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 2 y el techo o hasta una altura de 3 m por encima del suelo, cualquiera que sea el valor menor, se considera volumen 3.

El volumen 3 comprende cualquier espacio por debajo de la bañera o ducha que sea accesible sólo mediante el uso de una herramienta siempre que el cierre de dicho volumen garantice una protección como mínimo IP X4. Esta clasificación no es aplicable al espacio situado por debajo de las bañeras de hidromasaje y cabinas.

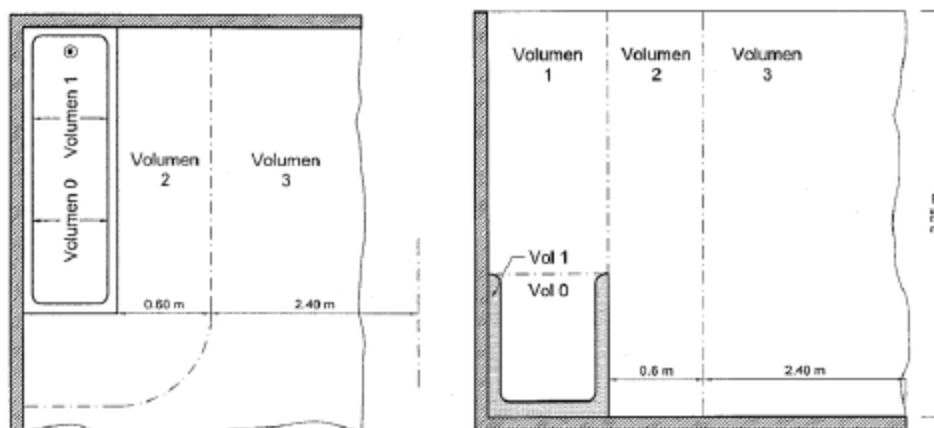


Ilustración 3: Bañera

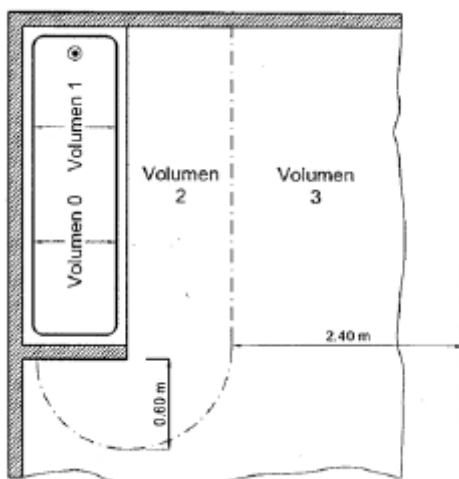


Ilustración 4: Bañera con pared fija

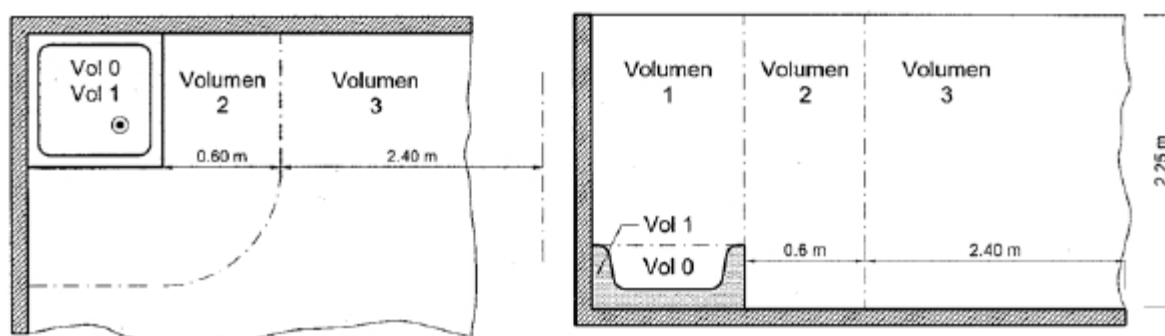


Ilustración 5: Ducha.

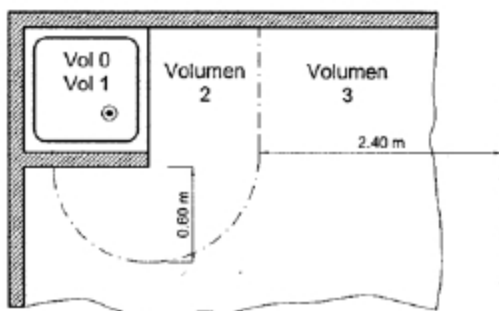


Ilustración 6: Ducha con pared fija

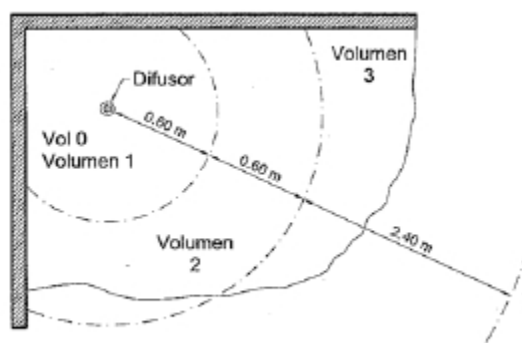


Ilustración 7: Ducha sin plato

9.4.2. Elección e instalación de los materiales eléctricos.

Volumen 0.

- Grado de Protección: IPX7.
- Cableado: Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en este volumen.
- Mecanismos: No permitidos.
- Otros aparatos fijos: Aparatos que únicamente pueden ser instalados en el volumen 0 y deben ser adecuados a las
- Condiciones de este volumen.

Volumen 1.

- Grado de Protección: IPX4. IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo. IPX5, en equipo eléctrico de bañeras de hidromasaje y en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.

- Cableado: Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0 y 1.
- Mecanismos: No permitidos, con la excepción de interruptores de circuitos MBTS.
- Otros aparatos fijos: Aparatos alimentados a MBTS no superior a 12 V ca ó 30 V cc. Calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

Volumen 2.

- Grado de Protección: IPX4. IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo. IPX5, en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.
- Cableado: Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1 y 2, y la parte del volumen 3 situado por debajo de la bañera o ducha.
- Mecanismos: No permitidos, con la excepción de interruptores o bases de circuitos MBTS cuya fuente de alimentación este instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Se permite también la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE-EN 60.742 o UNE-EN 61558-2-5.
- Otros aparatos fijos: Todos los permitidos para el volumen 1. Luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

Volumen 3.

- Grado de Protección: IPX5, en los baños comunes, cuando se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.

- Cableado: Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1, 2 y 3.
- Mecanismos: Se permiten las bases sólo si están protegidas bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un interruptor automático de la alimentación con un dispositivo de protección por corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.
- Otros aparatos fijos: Se permiten los aparatos sólo si están protegidos bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

9.4.3.Requisitos particulares para la instalación de bañeras de hidromasaje, cabinas de ducha con circuitos eléctricos y aparatos análogos.

La conexión de las bañeras y cabinas se efectuará con cable con cubierta de características no menores que el de designación H05VV-F o mediante cable bajo tubo aislante con conductores aislados de tensión asignada 450/750V. Debe garantizarse que, una vez instalado el cable o tubo en la caja de conexiones de la bañera o cabina, el grado de protección mínimo que se obtiene sea IPX5.

Todas las cajas de conexión localizadas en paredes y suelo del local bajo la bañera o plato de ducha, o en las paredes o techos del local, situadas detrás de paredes o techos de una cabina por donde discurren tubos o depósitos de agua, vapor u otros líquidos, deben garantizar, junto con su unión a los cables o tubos de la instalación eléctrica, un grado de protección mínimo IPX5. Para su apertura será necesario el uso de una herramienta. No se admiten empalmes en los cables y canalizaciones que discurren por los volúmenes determinados por dichas superficies salvo si estos se realizan con cajas que cumplan el requisito anterior.

9.5. Instalación en piscina

9.5.1.Clasificación de los volúmenes.

Zona 0.

Comprende el interior de los recipientes, incluyendo cualquier canal en las paredes o suelos.

Zona 1.

Esta zona está limitada por:

- Zona 0;
- Un plano vertical a 2 m del borde del recipiente;
- El suelo o la superficie susceptible de ser ocupada por personas;
- El plano horizontal a 2,5 m por encima del suelo o la superficie

Cuando la piscina contiene trampolines, bloques de salida de competición, toboganes u otros componentes susceptibles de ser ocupados por personas, la zona 1 comprende la zona limitada por:

- Un plano vertical situado a 1,5 m alrededor de los trampolines, bloques de salida de competición, toboganes y otros componentes tales como esculturas, recipientes decorativos.
- El plano horizontal situado 2,5 m por encima de la superficie más alta destinada a ser ocupada por personas.

Zona 2.

Esta zona está limitada por:

- El plano vertical externo a la Zona 1 y el plano paralelo a 1,5 m del anterior;
- El suelo o superficie destinada a ser ocupada por personas y el plano horizontal situado a 2,5 m por encima del suelo o superficie.

9.5.2. Conductores.

Para instalaciones de alumbrado alimentadas a muy baja tensión de seguridad (MBTS) y a muy baja tensión de protección (MBTP) - ITC BT 36 -, la caída de tensión entre la fuente de energía y los puntos de utilización no será superior al 5 %.

9.5.3. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

9.5.4. Sistemas de instalación.

Los equipos eléctricos (incluyendo canalizaciones, empalmes, conexiones, etc.) presentarán el grado de protección siguiente, de acuerdo con la UNE 20.324:

- Zona 0: IP X8.
- Zona 1: IP X5. IP X4, para piscinas en el interior de edificios que normalmente no se limpian con chorros de agua.
- Zona 2: IP X2, para ubicaciones interiores. IP X4, para ubicaciones en el exterior. IP X5, en aquellas localizaciones que puedan ser alcanzadas por los chorros de agua durante las operaciones de limpieza.

Cuando se usa MBTS, cualquiera que sea su tensión asignada, la protección contra los contactos directos debe proporcionarse mediante:

- Barreras o cubiertas que proporcionen un grado de protección mínimo IP 2X ó IP XXB, según UNE 20.324, o
- Un aislamiento capaz de soportar una tensión de ensayo de 500 V en corriente alterna, durante 1 minuto.

Las medidas de protección contra los contactos directos por medio de obstáculos o por puesta fuera de alcance por alejamiento, no son admisibles. No se admitirán las medidas de protección contra contactos indirectos mediante locales no conductores ni por conexiones equipotenciales no conectadas a tierra.

Todos los elementos conductores de los volúmenes 0, 1 y 2 y los conductores de protección de todos los equipos con partes conductoras accesibles situados en estos volúmenes, deben conectarse a una conexión equipotencial suplementaria local. Las partes conductoras incluyen los suelos no aislados.

En las Zonas 0 y 1, sólo se admite protección mediante MBTS a tensiones asignadas no superiores a 12 V en corriente alterna o 30 V en corriente continua. La fuente de alimentación de seguridad se instalará fuera de las zonas 0, 1 y 2.

En la Zona 2 y los equipos para uso en el interior de recipientes que solo estén destinados a funcionar cuando las personas están fuera de la Zona 0, deben alimentarse por circuitos protegidos:

- Bien por MBTS, con la fuente de alimentación de seguridad instalada fuera de las Zonas 0,1 y 2, o
- Bien por desconexión automática de la alimentación, mediante un interruptor diferencial de corriente máx. 30 mA, o
- Por separación eléctrica cuya fuente de separación alimente un único elemento del equipo y que esté instalada fuera de la Zona 0, 1 y 2.

Las tomas de corriente de los circuitos que alimentan los equipos para uso en el interior de recipientes que solo estén destinados a funcionar cuando las personas están fuera de la Zona 0, así como el dispositivo de control de dichos equipos deben incorporar una señal de advertencia al usuario de que dicho equipo solo debe usarse cuando la piscina no está ocupada por personas.

Los cuartos de maquinas, definidos como aquellos locales que tengan como mínimo un equipo eléctrico para el uso de la piscina, podrán estar ubicados en cualquier lugar, siempre y cuando sean inaccesibles para todas las personas no autorizadas.

Dichos locales cumplirán lo indicado en la ITC-BT-30 para locales húmedos o mojados, según corresponda.

9.5.5. Canalizaciones.

En el volumen 0 ninguna canalización se encontrará en el interior de la piscina al alcance de los bañistas. No se instalarán líneas aéreas por encima de los volúmenes 0, 1 y 2 ó de cualquier estructura comprendida dentro de dichos volúmenes.

En los volúmenes 0, 1 y 2, las canalizaciones no tendrán cubiertas metálicas accesibles. Las cubiertas metálicas no accesibles estarán unidas a una línea equipotencial suplementaria. Los conductores y cables aislados tendrán una tensión asignada de 450/750 V y discurrirán por el interior de tubos empotrados o tubos en

superficie con un grado de resistencia a la corrosión 4. También se podrán utilizar cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes, con una tensión asignada de 450/750 V. En este caso, las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

9.5.6. Cajas de conexión.

En el volumen 0 no se admitirán cajas de conexión, y en el volumen 1 sólo se admitirán cajas para muy baja tensión de seguridad (MBTS) que deberán poseer un grado de protección IP X5 y ser de material aislante. Para su apertura será necesario el empleo de un útil o herramienta; su unión con los tubos de las canalizaciones debe conservar el grado de protección IP X5.

9.5.7. Luminarias.

Las luminarias para uso en el agua o en contacto con el agua deben cumplir con la norma UNE-EN 60.598 -2-18.

Las luminarias colocadas bajo el agua en hornacinas o huecos detrás de una mirilla estanca y cuyo acceso solo sea posible por detrás, deberán cumplir con la parte correspondiente de la norma UNE-EN 60.598 y se instalarán de manera que no pueda haber ningún contacto intencionado o no entre partes conductoras accesibles de la mirilla y partes metálicas de la luminaria, incluyendo su fijación.

9.5.8. Aparamenta y otros equipos.

Los interruptores, programadores y bases de toma de corriente no deben instalarse en los volúmenes 0 y 1.

No obstante, para las piscinas pequeñas, en las que la instalación de bases de toma de corriente fuera del volumen 1 no sea posible, se admitirán bases de toma de corriente, preferentemente no metálicas, si se instalan fuera del alcance de la mano (al menos 1,25 m) a partir del límite del volumen 0 y al menos 0,3 metros por encima del suelo, estando protegidas, además por una de las medidas siguientes:

- Protegidas por MBTS, de tensión nominal no superior a 25 V en corriente alterna ó 60 V en corriente continua, estando instalada la fuente de seguridad fuera de los volúmenes 0 y 1;

- Protegidas por corte automático de la alimentación mediante un dispositivo de protección por corte diferencial-residual de corriente nominal como máximo igual a 30 mA.
- Alimentación individual por separación eléctrica, estando la fuente de separación fuera de los volúmenes 0 y 1

En el volumen 2 se podrán instalar bases de toma de corriente e interruptores siempre que estén protegidos por una de las siguientes medidas:

- MBTS, con la fuente de seguridad instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2 protegidas por corte automático de la alimentación mediante un dispositivo de protección por corte diferencial-residual de corriente nominal como máximo igual a 30 mA.
- Alimentación individual por separación eléctrica, estando la fuente de separación fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.

Los equipos destinados a utilizarse únicamente cuando las personas están fuera del volumen 0 se podrán colocar en cualquier volumen si se alimentan por circuitos protegidos por una de las siguientes formas:

- Bien por MBTS, con la fuente de alimentación de seguridad instalada fuera de las Zonas 0,1 y 2, o
- Bien por desconexión automática de la alimentación, mediante un interruptor diferencial de corriente máx. 30 mA, o
- Por separación eléctrica cuya fuente de separación alimente un único elemento del equipo y que esté instalada fuera de la Zona 0, 1 y 2.

Las bombas eléctricas deberán cumplir lo indicado en UNE-EN 60.335 -2-41.

Los eventuales elementos calefactores eléctricos instalados debajo del suelo de la piscina se admiten si cumplen una de las siguientes condiciones:

- Estén protegidos por MBTS, estando la fuente de seguridad instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2, o

- Están blindados por una malla o cubierta metálica puesta a tierra o unida a la línea equipotencial suplementaria y que sus circuitos de alimentación estén protegidos por un dispositivo de corriente diferencial-residual de corriente nominal como máximo de 30 mA.

9.6. *Instalación en locales húmedos*

9.6.1. *Clasificación.*

Se considerará como local húmedo el local destinado a albergar el equipo de depuración de la piscina y la bomba de riego.

9.6.2. *Conexiones.*

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y, en general, toda la aparelladura utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.

9.6.3. *Sistemas de instalación.*

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimiento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma

que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1.

Conductores aislados bajo tubos protectores.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas

las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro. Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:
 - Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
 - Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
 - En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
 - Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
 - El grado de resistencia a la corrosión será como mínimo 3. Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:
 - En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o

techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.

- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, armados con alambres galvanizados y provistos de aislamiento y cubierta.

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos. Estos dispositivos de sujeción serán hidrófugos y aislantes.

- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción.

- Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, armados con alambres galvanizados y provistos de aislamiento y cubierta.
- Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

- Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.
- La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros. Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.
- Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.
- La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.
- Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.
- Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

Conductores aislados con cubierta bajo canales protectoras aislantes.

- La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.
- Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse

con herramientas". El grado de resistencia a la corrosión será 3. Las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

- Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama y aislantes. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.
- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.
- Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. La tapa de las canales quedará siempre accesible.

Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.

- Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, armados con alambres galvanizados y provistos de aislamiento y cubierta.

9.6.4. Aparamenta.

Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y, en general, toda la aparamenta utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.

9.6.5. Receptores Alumbrado.

Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra la caída vertical de agua, IPX1 y no serán de clase 0.

9.7. Instalación en locales mojados

9.7.1. Clasificación.

Se considerará como local mojado las instalaciones situadas a la intemperie, por lo tanto todas las instalaciones en las pistas deportivas y aparcamientos del hotel..

9.7.2. Conexiones.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

Los terminales, empalmes y conexiones de las canalizaciones presentarán un grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4.

Las tomas de corriente y aparatos de mando y protección se situarán fuera de los locales mojados, y si esto no fuera posible, se protegerán contra las proyecciones de agua, grado de protección IPX4. En este caso, sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicas.

9.7.3. Sistemas de instalación.

Conductores aislados bajo tubos protectores.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la
- corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las

cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- El grado de resistencia a la corrosión será como mínimo 4.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

Conductores aislados con cubierta bajo canales protectoras aislantes.

- La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

- Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". El grado de resistencia a la corrosión será 4. Las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.
- Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama y aislantes. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.
- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.
- Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

9.8. *Instalación subterránea*

9.8.1. *Clasificación.*

Se considerará como instalación subterránea a las líneas de alumbrado exterior, así como la iluminación de los cuartos de baño exteriores.

9.8.2. *Sistemas de instalación.*

Se emplearán sistemas y materiales análogos a los de las redes subterráneas de distribución reguladas en la ITC-BT-07 y la ITC-BT-021. Los cables se dispondrán en canalización enterrada bajo tubo, se recomienda instalar los tubos a una profundidad mínima de 0,45 m del nivel del suelo o pavimento en caso de tubos bajo aceras y 0,60 en el resto de los casos.

No se instalará más de un circuito por tubo. Los tubos deberán tener un diámetro tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o

conductores aislados. El diámetro exterior mínimo de los tubos en función del número y sección de los conductores se obtendrá de la tabla 9, ITC-BT-21.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro, como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones, cruces u otros condicionantes viarios. Las arquetas serán prefabricadas o de fábrica de ladrillo cerámico macizo (cítara) enfoscada interiormente, con tapas de fundición de 60x60 cm y con un lecho de arena absorbente en el fondo de ellas. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

Los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4. Las características mínimas serán las indicadas a continuación.

- Resistencia a la compresión: 250 N para tubos embebidos en hormigón; 450 N para tubos en suelo ligero; 750 N para tubos en suelo pesado.
- Resistencia al impacto: Grado Ligero para tubos embebidos en hormigón; Grado Normal para tubos en suelo ligero o suelo pesado.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Protegido contra objetos D > 1 mm.
- Resistencia a la penetración del agua: Protegido contra el agua en forma de lluvia.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos: Protección interior y exterior media.

Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 0,10 m y a 0,25 m por encima del tubo.

Los conductores a emplear en la instalación serán de Cu, multiconductores o unipolares, tensión asignada 0,6/1 KV, enterrados bajo tubo.

La sección mínima a emplear en redes subterráneas, incluido el neutro, será de 6 mm².

En distribuciones trifásicas tetrapolares, para conductores de fase de sección superior a 6 mm², la sección del neutro será conforme a lo indicado en la tabla 1 de la ITC-BT-07. Los empalmes y derivaciones deberán realizarse en cajas de bornes adecuadas, situadas dentro de los soportes de las luminarias, y a una altura mínima de 0,3 m sobre el nivel del suelo o en una arqueta registrable, que garanticen, en ambos casos, la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor.

9.9. *Receptores a motor*

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

- De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5
- De 1,50 kW a 5 kW: 3,0
- De 5 kW a 15 kW: 2,0
- Más de 15 kW: 1,5

9.10. Tomas de tierra

9.10.1. Instalación.

Se establecerá una toma de tierra de protección, según el siguiente sistema: Instalando en el fondo de las zanjas de cimentación de los edificios, y antes de empezar ésta, un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima según se indica en la ITC-BT-18, formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio. A este anillo deberán conectarse electrodos, verticalmente hincados en el terreno, cuando se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo. Cuando se trate de construcciones que comprendan varios edificios próximos, se procurará unir entre sí los anillos que forman la toma de tierra de cada uno de ellos, con objeto de formar una malla de la mayor extensión posible.

Al conductor en anillo, o bien a los electrodos, se conectarán, en su caso, la estructura metálica del edificio o, cuando la cimentación del mismo se haga con zapatas de hormigón armado, un cierto número de hierros de los considerados principales y como mínimo uno por zapata. Estas conexiones se establecerán de manera fiable y segura, mediante soldadura aluminotérmica o autógena.

Las líneas de enlace con tierra se establecerán de acuerdo con la situación y número previsto de puntos de puesta a tierra. La naturaleza y sección de estos conductores estará de acuerdo con lo indicado a continuación.

<u>Tipo</u>	<u>Protegido mecánicamente</u>	<u>No protegido mecánicamente</u>
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm ² Cu 16 mm ² Acero Galvanizado
No Protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro

.Tabla 14: Protecciones

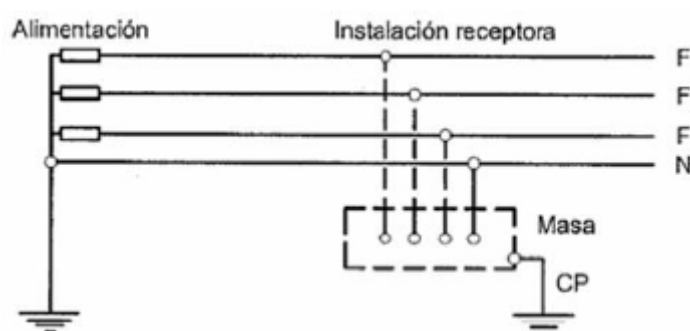


Ilustración 8: Esquema puesta a tierra.

La puesta a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo. Todo ello, con el objeto de conseguir que en el conjunto de las instalaciones, edificios y superficie próxima al terreno no existan diferencias de potencial peligrosas.

Esta terminantemente prohibido intercalar al circuito de tierra seccionadores, fusibles o interruptores que puedan cortar su continuidad.

Para la puesta a tierra de nuestra instalación usaremos un esquema TT (ver Figura 13), ya que nuestra instalación está alimentada directamente de la red de distribución pública de baja tensión. El conductor de puesta a tierra hasta el puente fijo de desconexión será de cobre desnudo de 35 mm².

9.10.2. Elementos a conectar a tierra.

A la toma de tierra establecida se conectará toda masa metálica importante, existente en la zona de la instalación, y las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores, cuando su clase de aislamiento o condiciones de instalación así lo exijan.

A esta misma toma de tierra deberán conectarse las partes metálicas de los depósitos de gasóleo, de las instalaciones de calefacción general, de las instalaciones de agua, de las instalaciones de gas canalizado y de las antenas de radio y televisión.

9.10.3. Puntos de puesta a tierra.

Los puntos de puesta a tierra se situarán:

- a) En los patios de luces destinados a cocinas y cuartos de aseo, etc., en rehabilitación o reforma de edificios existentes.
- b) En el local o lugar de la centralización de contadores, si la hubiere.
- c) En la base de las estructuras metálicas de los ascensores y montacargas, si los hubiere.
- d) En el punto de ubicación de la caja general de protección.
- e) En cualquier local donde se prevea la instalación de elementos destinados a servicios generales o especiales, y que por su clase de aislamiento o condiciones de instalación, deban ponerse a tierra.

9.10.4. Líneas principales de tierra, Derivaciones y Conductores de protección.

Las líneas principales y sus derivaciones se establecerán en las mismas canalizaciones que las de las líneas generales de alimentación y derivaciones individuales.

Las líneas principales de tierra y sus derivaciones estarán constituidas por conductores de cobre de igual sección que la fijada para los conductores de protección según apdo. 7.7.1, con un mínimo de 16 mm² para las líneas principales.

No podrán utilizarse como conductores de tierra las tuberías de agua, gas, calefacción, desagües, conductos de evacuación de humos o basuras, ni las cubiertas metálicas de los cables, tanto de la instalación eléctrica como de teléfonos o de cualquier otro servicio similar, ni las partes conductoras de los sistemas de conducción de los cables, tubos, canales y bandejas.

Las conexiones en los conductores de tierra serán realizadas mediante dispositivos, con tornillos de apriete u otros similares, que garanticen una continua y perfecta conexión entre aquéllos.

Los conductores de protección acompañarán a los conductores activos en todos los circuitos de la vivienda o local hasta los puntos de utilización.

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

9.10.5. Resistencia de las tomas de tierra.

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

9.10.6. Revisión de las tomas de tierra.

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el

Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté mas seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

9.11. *Instalaciones especiales en locales de pública concurrencia*

9.11.1. *Clasificación*

El presente proyecto, al hacer referencia a un hotel, se encuentra dentro de la categoría de “locales de espectáculo y actividades recreativas”.

La ocupación prevista de los locales se calculará como 1 persona por cada 0,8 m² de superficie útil, a excepción de pasillos, repartidores, vestíbulos y servicios.

Igualmente se aplican a aquellos locales clasificados en condiciones BD2, BD3 y BD4, según la norma UNE 20.460 -3 y a todos aquellos locales no contemplados en los apartados anteriores, cuando tengan una capacidad de ocupación de más de 100 personas.

9.11.2. *Alimentación de los servicios de seguridad*

En el presente apartado se definen las características de la alimentación de los servicios de seguridad tales como alumbrados de emergencia, sistemas contra incendios, ascensores u otros servicios urgentes indispensables que están fijados por las reglamentaciones específicas de las diferentes Autoridades competentes en materia de seguridad.

La alimentación para los servicios de seguridad, en función de lo que establezcan las reglamentaciones específicas, puede ser automática o no automática.

En una alimentación automática la puesta en servicio de la alimentación no depende de la intervención de un operador.

Una alimentación automática se clasifica, según la duración de conmutación, en las siguientes categorías:

- Sin corte: alimentación automática que puede estar asegurada de forma continua en las condiciones especificadas durante el periodo de transición, por ejemplo, en lo que se refiere a las variaciones de tensión y frecuencia.
- Con corte muy breve: alimentación automática disponible en 0,15 segundos como máximo.
- Con corte breve: alimentación automática disponible en 0,5 segundos como máximo.
- Con corte mediano: alimentación automática disponible en 15 segundos como máximo.
- Con corte largo: alimentación automática disponible en mas de 15 segundos

9.11.2.1. Generalidades y fuentes de alimentación

Para los servicios de seguridad la fuente de energía debe ser elegida de forma que la alimentación esté asegurada durante un tiempo apropiado.

Para que los servicios de seguridad funcionen en caso de incendio, los equipos y materiales utilizados deben presentar, por construcción o por instalación, una resistencia al fuego de duración apropiada.

Se elegirán preferentemente medidas de protección contra los contactos indirectos sin corte automático al primer defecto. En el esquema IT debe preverse un controlador permanente de aislamiento que al primer defecto emita una señal acústica o visual.

Los equipos y materiales deberán disponerse de forma que se facilite su verificación periódica, ensayos y mantenimiento.

Se pueden utilizar las siguientes fuentes de alimentación:

- Baterías de acumuladores. Generalmente las baterías de arranque de los vehículos no satisfacen las prescripciones de alimentación para los servicios de seguridad
- Generadores independientes
- Derivaciones separadas de la red de distribución, efectivamente independientes de la alimentación normal

Las fuentes para servicios para servicios complementarios o de seguridad deben estar instaladas en lugar fijo y de forma que no puedan ser afectadas por el fallo de la fuente normal. Además, con excepción de los equipos autónomos, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- se instalarán en emplazamiento apropiado, accesible solamente a las personas cualificadas o expertas.
- el emplazamiento estará convenientemente ventilado, de forma que los gases y los humos que produzcan no puedan propagarse en los locales accesibles a las personas.
- no se admiten derivaciones separadas, independientes y alimentadas por una red de distribución pública, salvo si se asegura que las dos derivaciones no puedan fallar simultáneamente.
- cuando exista una sola fuente para los servicios de seguridad, ésta no debe ser utilizada para otros usos. Sin embargo, cuando se dispone de varias fuentes, pueden utilizarse igualmente como fuentes de reemplazamiento, con la condición, de que en caso de fallo de una de ellas, la potencia todavía disponible sea suficiente para garantizar la puesta en funcionamiento de todos los servicios de seguridad, siendo necesario generalmente, el corte automático de los equipos no concernientes a la seguridad.

9.11.2.2. Fuentes propias de energía

Fuente propia de energía es la que esta constituida por baterías de acumuladores, aparatos autónomos o grupos electrógenos. La puesta en funcionamiento se realizará al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la Empresa o Empresas distribuidoras de energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal.

La capacidad mínima de una fuente propia de energía será, como norma general, la precisa para proveer al alumbrado de seguridad en las condiciones señaladas.

9.11.2.3. Suministro complementarios o de seguridad

Todos los locales de pública concurrencia deberán disponer de alumbrado de emergencia.

Deberán disponer de suministro de socorro los locales de espectáculos y actividades recreativas cualquiera que sea su ocupación y los locales de reunión, trabajo y usos sanitarios con una ocupación prevista de más de 300 personas.

Deberán disponer de suministro de reserva:

- Hospitales, clínicas, sanatorios, ambulatorios y centros de salud
- Estaciones de viajeros y aeropuertos
- Estacionamientos subterráneos para más de 100 vehículos
- Establecimientos comerciales o agrupaciones de éstos en centros comerciales de más de 2.000 m² de superficie
- Estadios y pabellones deportivos

Cuando un local se pueda considerar tanto en el grupo de locales que requieren suministro de socorro como en el grupo que requieren suministro de reserva, se instalará suministro de reserva

En aquellos locales singulares, tales como los establecimientos sanitarios, grandes hoteles de más de 300 habitaciones, locales de espectáculos con capacidad para mas de 1.000 espectadores, estaciones de viajeros,

estacionamientos subterráneos con más de 100 plazas, aeropuertos y establecimientos comerciales o agrupaciones de éstos en centros comerciales de más de 2.000 m² de superficie, las fuentes propias de energía deberán poder suministrar, con independencia de los alumbrados especiales, la potencia necesaria para atender servicios urgentes indispensables cuando sean requeridos por la autoridad competente.

9.12. Alumbrado de emergencia

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve.

Se incluyen dentro de este alumbrado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento

9.12.1. Alumbrado de seguridad

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

9.12.1.1. Alumbrado de evacuación

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

9.12.1.2. Alumbro ambiente o antipánico

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista

9.12.1.3. Alumbrado zonas de alto riesgo

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y para los otros ocupantes del local.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo debe proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal, tomando siempre el mayor de los valores.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 10.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo

9.12.2. *Alumbrado de reemplazamiento*

Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales.

Cuando el alumbrado de reemplazamiento proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

9.12.3. *Lugares donde debe instalarse alumbrado de emergencia*

9.12.3.1. *Con alumbrado de seguridad*

Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia:

- a) en todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas
- b) los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a usos residencial u hospitalario y los de zonas destinadas a cualquier otro uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- c) en los aseos generales de planta en edificios de acceso público.

- d) en los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- e) en los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- f) en las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- g) en todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- h) en toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- i) en el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida
- j) cerca(1) de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- k) cerca(1) de cada cambio de nivel.
- l) cerca(1) de cada puesto de primeros auxilios.
- m) cerca(1) de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
- n) en los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente

(1) Cerca significa a una distancia inferior a 2 metros, medida horizontalmente

En las zonas incluidas en los apartados m) y n), el alumbrado de seguridad proporcionará una iluminancia mínima de 5 lux al nivel de operación.

Solo se instalará alumbrado de seguridad para zonas de alto riesgo en las zonas que así lo requieran, según lo establecido en 3.1.3.

También será necesario instalar alumbrado de evacuación, aunque no sea un local de pública concurrencia, en todas las escaleras de incendios, en particular toda escalera de evacuación de edificios para uso de viviendas excepto las unifamiliares; así como toda zona clasificada como de riesgo especial en el Artículo 19 de la Norma Básica de Edificación NBE-CPI-96.

9.12.3.2. Con alumbrado de reemplazamiento

En las zonas de hospitalización, la instalación de alumbrado de emergencia proporcionará una iluminancia no inferior de 5 lux y durante 2 horas como mínimo.

Las salas de intervención, las destinadas a tratamiento intensivo, las salas de curas, paritorios, urgencias dispondrán de un alumbrado de reemplazamiento que proporcionará un nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal durante 2 horas como mínimo.

9.12.4. Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia

9.12.4.1. Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente en la que todos los elementos, tales como la batería, la lámpara, el conjunto de mando y los dispositivos de verificación y control, si existen, están contenidos dentro de la luminaria o a una distancia inferior a 1 m de ella.

Los aparatos autónomos destinados a alumbrado de emergencia deberán cumplir las normas UNE-EN 60.598 -2-22 y la norma UNE 20.392 o UNE 20.062, según sea la luminaria para lámparas fluorescentes o incandescentes, respectivamente.

9.12.4.2. Luminaria alimentada por fuente central

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente y que está alimentada a partir de un sistema de alimentación de emergencia central, es decir, no incorporado en la luminaria.

Las luminarias que actúan como aparatos de emergencia alimentados por fuente central deberán cumplir lo expuesto en la norma UNE-EN 60.598 -2-22.

Los distintos aparatos de control, mando y protección generales para las instalaciones del alumbrado de emergencia por fuente central entre los que figurará un voltímetro de clase 2,5 por lo menos, se dispondrán en un cuadro único, situado fuera de la posible intervención del público.

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central, estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 A como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz o, si en la dependencia o

local considerado existiesen varios puntos de luz para alumbrado de emergencia, éstos deberán ser repartidos, al menos, entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a doce.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central se dispondrán, cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, a 5 cm como mínimo, de otras canalizaciones eléctricas y, cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de éstas por tabiques incombustibles no metálicos

9.13. *Prescripciones de carácter general*

Las instalaciones en los locales de pública concurrencia, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan.

a) El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o derivación individual y se colocará junto o sobre él, los dispositivos de mando y protección establecidos en la instrucción ITC-BT-17. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará en dicho punto un dispositivo de mando y protección. Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman más de 16 amperios se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

b) El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (cabins de proyección, escenarios, salas de público, escaparates, etc.), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre antes del cuadro general.

c) En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de

distribución y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.

d) En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos, y si procede contra contactos indirectos.

e) Las canalizaciones deben realizarse según lo dispuesto en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20 y estarán constituidas por:

- Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, colocados bajo tubos o canales protectores, preferentemente empotrados en especial en las zonas accesibles al público.

- Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción totalmente contruidos en materiales incombustibles de resistencia al fuego RF-120, como mínimo.

- Conductores rígidos aislados, de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, armados, colocados directamente sobre las paredes.

f) Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5; o a la

norma UNE 21.1002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como “no propagadores de la llama” de acuerdo con las normas UNE-EN 50.085-1 y UNE-EN 50.086-1, cumplen con esta prescripción.

Los cables eléctricos destinados a circuitos de servicios de seguridad no autónomos o a circuitos de servicios con fuentes autónomas centralizadas, deben mantener el servicio durante y después del incendio, siendo conformes a las especificaciones de la norma UNE-EN 50.200 y tendrán emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la norma UNE 21.123 partes 4 ó 5, apartado 3.4.6, cumplen con la prescripción de emisión de humos y opacidad reducida.

g) Las fuentes propias de energía de corriente alterna a 50 Hz, no podrán dar tensión de retorno a la acometida o acometidas de la red de Baja Tensión pública que alimenten al local de pública concurrencia.

9.14. Prescripciones específicas para locales de espectáculos y actividades recreativas

Además de las prescripciones generales señaladas en el capítulo anterior, se cumplirán en los locales de espectáculos las siguientes prescripciones complementarias:

a) A partir del cuadro general de distribución se instalarán líneas distribuidoras generales, accionadas por medio de interruptores omnipolares con la debida protección al menos, para cada uno de los siguientes grupos de dependencias o locales:

- Sala de público
- Vestíbulo, escaleras y pasillos de acceso a la sala desde la calle, y dependencias anexas a ellos.
- Escenario y dependencias anexas a él, tales como camerinos, pasillos de acceso a éstos, almacenes, etc.

- Cabinas cinematográficas o de proyectores para alumbrado.

Cada uno de los grupos señalados dispondrá de su correspondiente cuadro secundario de distribución, que deberá contener todos los dispositivos de protección. En otros cuadros se ubicarán los interruptores, conmutadores, combinadores, etc. que sean precisos para las distintas líneas, baterías, combinaciones de luz y demás efectos obtenidos en escena.

b) En las cabinas cinematográficas y en los escenarios así como en los almacenes y talleres anexos a éstos, se utilizarán únicamente canalizaciones constituidas por conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750V, colocados bajo tubos o canales protectores, preferentemente empotrados. Los dispositivos de protección contra sobreintensidades estarán constituidos siempre por interruptores automáticos magnetotérmicos; las canalizaciones móviles estarán constituidas por conductores con aislamiento del tipo doble o reforzado y los receptores portátiles tendrán un aislamiento de la clase II.

c) Los cuadros secundarios de distribución deberán estar colocados en locales independientes o en el interior de un recinto construido con material no combustible.

d) Será posible cortar, mediante interruptores omnipolares, cada una de las instalaciones eléctricas correspondientes a:

- Camerinos
- Almacenes
- Talleres
- Otros locales con peligro de incendio
- Los reostatos, resistencias y receptores móviles del equipo escénico.

e) Las resistencias empleadas para efectos o juegos de luz o para otros usos, estarán montadas a suficiente distancia de los telones, bambalinas y demás material del decorado y protegidas suficientemente para que una anomalía en su funcionamiento no pueda producir daños. Estas precauciones se hacen extensivas a cuantos dispositivos eléctricos se utilicen y especialmente a las linternas de proyección y a las lámparas de arco de las mismas.

f) El alumbrado general deberá ser completado por un alumbrado de evacuación, conforme a las disposiciones del apartado 3.1.1 de la ITC-BT 28, el cual funcionará permanentemente durante el espectáculo y hasta que el local sea evacuado por el público.

g) Se instalará iluminación de balizamiento en cada uno de los peldaños o rampas con una inclinación superior al 8% del local con la suficiente intensidad para que puedan iluminar la huella. En el caso de pilotos de balizado, se instalará a razón de 1 por cada metro lineal de la anchura o fracción. La instalación de balizamiento debe estar construida de forma que el paso de alerta al de funcionamiento de emergencia se produzca cuando el valor de la tensión de alimentación descienda por debajo del 70% de su valor nominal.

10. Instalación domótica

10.1. *¿Qué es la domótica?*

El término domótica proviene de la unión de las palabras “domus”, que significa casa en latín y “tica” (de automática, palabra en griego, “que funciona por sí sola”). Se entiende por domótica al conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta ubicuidad, desde dentro y fuera del hogar. Se podría definir como la integración de la tecnología en el diseño inteligente de un recinto.

Un sistema domótico es capaz de recoger información proveniente de unos sensores o entradas, procesarla y emitir órdenes a unos actuadores o salidas. El sistema puede acceder a redes exteriores de comunicación o información.

La domótica es una tecnología diseñada y programada, para hacer más fácil la vida de las personas trabajando en los siguientes aspectos:

- **Conseguir un alto nivel de confort.** El empleo de un sistema integrado de comunicaciones permite disponer de comodidades para el usuario, como el control por mando a distancia, programación de escenas y automatización

de tareas como las subida/bajada de persianas, gestión de electrodomésticos, climatización, ventilación, iluminación natural y artificial, entre otras muchas.

- **Aumentar la seguridad de bienes y personas.** Seguridad, tanto en lo referente a alarmas técnicas (alarmas de incendio, inundación, humos, escape de gas, etc.), como protección de las personas contra robos (simulación de presencia, detección de intrusos,...). Alerta médica, teleasistencia, acceso a cámaras IP.
- **Gestión de la energía.** La domótica trabaja en este aspecto en la optimización del consumo eléctrico y de la climatización (modos de tarificación nocturna, prevención de situaciones de consumo innecesario, como corte de la calefacción con las ventanas abiertas,...). Todo ello se lleva a cabo mediante programaciones horarias, termostatos, detectores de presencia, etc. Con todo esto se consigue un uso más racional de la energía, y por lo tanto, un ahorro económico.
- **Comunicación.** Es posible la conexión con el sistema a distancia, de forma que se pueda modificar y conocer el estado de funcionamiento de la instalación. En este campo está produciéndose una verdadera revolución en los últimos años, y muchos de los fabricantes de dispositivos están comercializando componentes que permite el control mediante las últimas tecnologías, entre ellas el control por Internet y mediante teléfonos móviles, PDA o Tablets (SMS, WAP, WIFI, etc). La domótica facilita la introducción de infraestructuras y la creación de escenarios que se complementan con los avances en la Sociedad de la Información, como transmisión de voz y datos, incluyendo textos, imágenes, sonidos (multimedia) con redes locales (LAN), compartiendo acceso a Internet, recursos e intercambio entre todos los dispositivos, acceso a nuevos servicios de telefonía sobre IP, televisión digital, televisión por cable, diagnóstico remoto tele asistencia, videoconferencias, tele mantenimiento, informes de consumo y costes, transmisión de alarmas, intercomunicaciones.
- **Accesibilidad.** Bajo este epígrafe se incluyen las aplicaciones o instalaciones de control remoto del entorno que favorecen la autonomía personal de personas con limitaciones funcionales, o discapacidad. El

concepto "diseño" para todos es un movimiento que pretende crear la sensibilidad necesaria para que al diseñar un producto o servicio se tengan en cuenta las necesidades de todos los posibles usuarios, incluyendo las personas con diferentes capacidades o discapacidades, es decir, favorecer un diseño accesible para la diversidad humana. La inclusión social y la igualdad son términos o conceptos más generalistas y filosóficos. La domótica aplicada a favorecer la accesibilidad es un reto ético y creativo pero sobre todo es la aplicación de la tecnología en el campo más necesario, para suplir limitaciones funcionales de las personas. El objetivo no es que las personas con discapacidad puedan acceder a estas tecnologías, porque las tecnologías en si no son un objetivo, sino un medio. El objetivo de estas tecnologías es favorecer la autonomía personal. Los destinatarios de estas tecnologías son todas las personas, ya que por enfermedad o envejecimiento, todos somos o seremos discapacitados, más pronto o más tarde.

Lo indicado hasta aquí es sólo una muestra del actual estado de conocimiento y progreso, y todas las posibles ideas que la creatividad y la innovación puedan aportar.

En definitiva, la domótica de hoy contribuye a aumentar la calidad de vida, hace más versátil la distribución de la casa, cambia las condiciones ambientales creando diferentes escenas predefinidas, y consigue que la vivienda sea más funcional al permitir desarrollar facetas domésticas, profesionales, y de ocio bajo un mismo techo.

10.2. *Introducción al sistema KNX*

El sistema elegido para la instalación domótica del hotel objeto de este proyecto es el sistema KNX. A continuación se muestra una breve introducción al sistema, y algunas de las ventajas que justifican su elección para realizar la instalación domótica de nuestra casa.

El EIB (European Installation Bus) es un sistema domótico que se desarrolló bajo el amparo de la Unión Europea, con el objetivo de disminuir el número de

importaciones de productos del mismo tipo provenientes de los mercados japoneses y norteamericanos, donde este tipo de tecnologías estaba más desarrollado. La EIBA (European Instalation Bus Association) surgió a principios de los noventa, de la asociación de diferentes fabricantes, y estaba formada por unas 120 empresas europeas.

En 1999 nace la KNX Association, como fusión de los tres sistemas de bus existentes en el mercado Europeo, (EIB, BatiBUS y EHS), que decidieron unir fuerzas, creando la que en un principio se denominó Asociación KONNEX, que finalmente pasó a llamarse “KNX Association”.

Este estándar se fundamenta en más de 20 años de experiencia en el mercado, que incluye a sus predecesores EIB, EHS y BatiBUS.

Se encarga de crear un estándar que permita compatibilizar los productos provenientes de diversos fabricantes, siendo este estándar garantía de compatibilidad e interoperabilidad entre una multitud de productos diferentes. Las empresas que forman la KNX Association garantizan que sus protocolos sean compatibles con el bus y por ello, se pueden emplear en una instalación KNX aparatos de distintos fabricantes con total interoperabilidad.

Una de las grandes ventajas de este sistema es que no se trata de un sistema propietario, es decir, no existe una marca comercial detrás de KNX. Son los fabricantes agrupados en la asociación KNX Association, quienes desarrollan productos para KNX.

Actualmente, la KNX Association tiene más de 200 empresas miembros, éstas engloban más del 80% de los dispositivos vendidos en Europa para el control de casas y edificios, y ofrecen más de 7.000 grupos de productos certificados KNX en sus catálogos, cubriendo multitud de áreas de aplicación. A nivel mundial, la KNX Association tiene acuerdos partners con más de 30.000 compañías integradoras en 100 países, más de 60 universidades técnicas, así como más de 150 centros de formación.

Como meta común, estas compañías promueven el desarrollo de sistemas de control de casas y edificios en general, y KNX como el único estándar abierto mundial.

KNX está aprobado como Estándar Internacional (ISO/IEC 14543-3), así como Estándar Europeo (CENELEC EN 50090 y CEN EN 13321-1) , Estándar en China (GB/Z 20965) y Estándar Norteamericano (ANSI/ASHRAE 135). Por lo que KNX es prueba de futuro.



Los productos KNX hechos por diferentes fabricantes pueden ser combinados - la marca registrada KNX garantiza la interoperabilidad y el "interworking". En resumen, KNX es el único estándar abierto a nivel mundial para el control tanto de casas como de edificios.

La "KNX Association" exige un alto nivel de producción y control de calidad durante todas las etapas de la vida del producto. Por lo que todos los miembros fabricantes tienen que mostrar conformidad a la norma ISO 9001 incluso antes de que soliciten la certificación para productos KNX.

Además de la conformidad del fabricante a la norma ISO 9001, los productos tienen que cumplir con los estándares tanto Europeos como Internacionales para el control de Casas y Edificios. En caso de duda, la KNX Association tiene el derecho de volver a analizar el producto o puede exigir al fabricante el informe de conformidad de dicho hardware.

Distintos fabricantes ofrecen pasarelas a otros sistemas, es decir ofrecen enlaces a otros sistemas de automatización de edificios, redes de telefonía, redes multimedia, redes IP, etc. Las instalaciones KNX pueden ser enlazadas a los objetos BACnet o también tienen la posibilidad de conectarse, a través de interfaces a otras tecnologías como la DALI, Profibus, etc.

El KNX es un sistema descentralizado en el que cada dispositivo puede ejercer una serie de funciones de forma autónoma o relacionada con otros dispositivos. Por lo tanto si un elemento falla, el sistema domótico puede seguir funcionando aunque sea parcialmente. Esto es así porque todos los dispositivos que se conectan al bus de comunicación de datos tienen su propio microprocesador y electrónica de acceso al medio.

En el protocolo KNX todos los componentes tienen su propia inteligencia con lo cual puede ser utilizado tanto para pequeñas instalaciones, como para proyectos de mayor alcance (hoteles, edificios administrativos, etc).

Además, KNX presenta las ventajas inherentes a este tipo de sistemas frente a las instalaciones tradicionales:

- Reducción del cableado y por lo tanto de las posibilidades de incendios.
- Reducción de los costes asociados a la instalación.
- Integración de diferentes funciones en un solo sistema.
- Flexibilidad para ampliaciones y modificaciones futuras. Es posible reprogramar el funcionamiento de la instalación conectando un ordenador al sistema o incluso a distancia mediante un enlace telefónico o a través de Internet.

10.3. Características del sistema KNX

10.3.1. Medio de transmisión

El estándar KNX nos permite el uso de cuatro medios de comunicación:

- **TP (Twisted Pair):** TP1: este medio de comunicación, par trenzado, de velocidad de transmisión 9600 bits/s, ha sido tomado de EIB. La transmisión se realiza por medio de dos hilos, llamados bus, que

recorren toda la instalación y que ofrecen una gran seguridad de transmisión. Todos los productos certificados EIB TP1 y KNX TP1 operarán en un mismo bus, así como intercambiarán información.

- **PL (Power Line): PL110:** este medio de transmisión, power line, de velocidad de transmisión 1200 bits/s, también ha sido tomado de EIB. Los productos certificados EIB y KNX PL110 operarán y se comunicarán los unos con los otros bajo la misma red de distribución eléctrica.
- **RF (Radio Frequency):** Los dispositivos KNX admiten este Medio de Transmisión que emplea señales de radio para transmitir telegramas KNX. Dichos telegramas son transmitidos en la banda de frecuencia 868 MHz (Dispositivos de Corto Alcance), con una fuerza máxima irradiada de 25 mW y velocidad de transmisión de 16.384 kBit/sec. El medio de transmisión KNX RF puede ser fabricado con componentes (chips) que se encuentran disponibles; otras características son que permite implementaciones tanto unidireccionales como bidireccionales, se caracteriza por su bajo nivel de consumo energético y está destinado a pequeñas y medianas instalaciones que sólo necesitan transmisores en casos excepcionales.
- **IP (Ethernet):** Los telegramas KNX pueden ser también encapsulados en telegramas IP. De esta forma, las redes LAN, así como Internet, para transportar (en modo "routing" o en modo "tunneling") telegramas KNX. De esta forma, los routers IP son una alternativa para los interfaces acopladores de línea y área USB respectivamente. Para el último caso, el bus es reemplazado por un "Fast Ethernet".

El más empleado y recomendado, según bibliografía, es el par trenzado. Como el hotel objeto de este proyecto es de nueva construcción, la instalación de un cableado adicional al de la instalación eléctrica, no supone ningún inconveniente. Por lo tanto, el medio de transmisión usado en nuestra instalación domótica será el par trenzado.

En el sistema KNX TP1 los datos se envían como una señal alterna superpuesta sobre una tensión de alimentación continua de 24V, por lo que a la hora

de separar datos de alimentación los dispositivos han de tener un sistema para desacoplar ambas señales.

Por lo tanto, la función de este bus es doble:

- Suministra la alimentación a los componentes del sistema, con una tensión adecuada para su funcionamiento.
- A través de él se transmite el telegrama codificado para la comunicación entre los componentes. Esto implica que todos los componentes del sistema, tiene la posibilidad de intercambiar datos a través de ese bus.

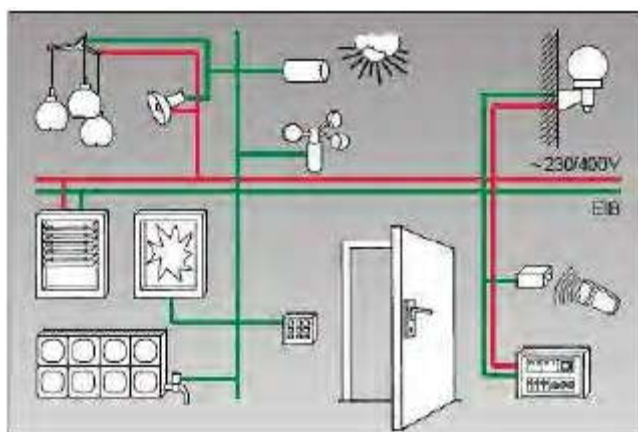


Ilustración 9: Ejemplo de Sistema KNX

El cable que utilizaremos para tender la línea de bus será el YCYM 2 x 2 x 0,8 mm², que dispone de cuatro hilos de color: rojo (+) y negro (-) para la línea de bus, y los dos hilos restantes amarillo y blanco, pueden usarse para aplicaciones adicionales, alimentación adicional de ciertos componentes, e incluso como línea de bus adicional. El segundo par de conductores debe ser usado para la misma función dentro de la misma línea, siendo recomendable que se utilice para la misma función en todo el edificio.

Además, se recomienda marcar todas las terminaciones de este segundo par utilizado para aplicaciones adicionales. En caso de que éste se usase como línea bus adicional, el hilo amarillo sería (+) y el blanco (-).

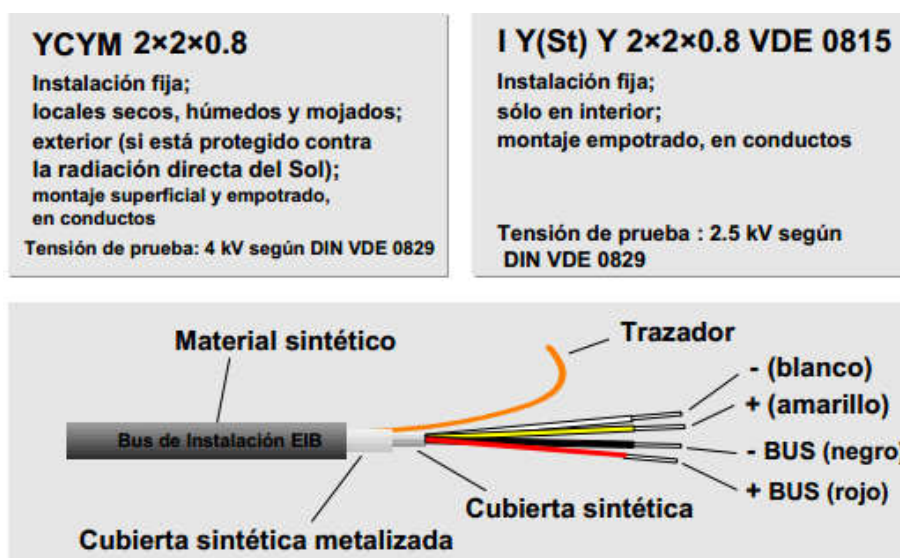


Ilustración 10: Características del cable Bus KNX

10.3.2. Topología

La estructura topológica del sistema comprende sectores o áreas y líneas. La línea es la unidad mínima. Una línea puede abarcar hasta 64 integrantes del bus. Los acopladores de línea (AL) conectan con otras líneas. Un área o sector comprende un máximo de 12 líneas y una línea principal. Son posibles un máximo de 15 áreas. Las áreas se conectan unas a otras con acopladores de área (AA).

Si se utilizan todas las líneas y áreas, se pueden conectar hasta un total de 11.520 integrantes del bus.

La distribución del bus se puede realizar de la manera que deseemos: en línea, en árbol o en estrella, no permitiendo cerrar la instalación, es decir, no se permite crear una instalación en anillo

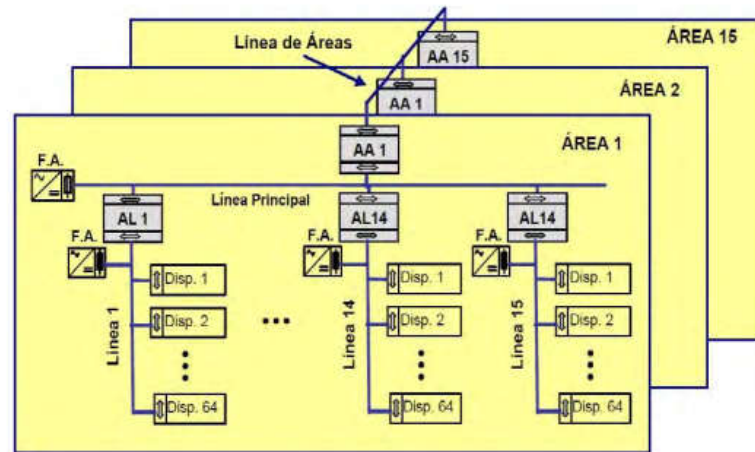


Ilustración 11: Topología de una instalación KNX

Cada línea, tanto la principal como las secundarias, deben tener su propia fuente de alimentación para los componentes. Con esto se garantiza que todos los componentes reciben una alimentación adecuada, además en caso de fallo de una línea, el resto del sistema permanece en funcionamiento.

La fuente de alimentación proporciona a cada componente de la línea una corriente continua de 24 V y puede soportar hasta 640 mA. Tiene, además, limitaciones tanto de tensión como de intensidad y es resistente a los cortocircuitos. Las interrupciones breves de la red de alimentación se salvan con un tiempo de amortiguación de 100 ms.

La carga del bus depende del tipo de componente conectado. Los componentes están preparados para funcionar hasta con una tensión mínima de 21 V DC y absorben, por término medio, unos 150 mW del bus o hasta 2 W con consumo adicional de corriente en el aparato final (por ejemplo, en el caso de diodos LED).

Si se montan más de 30 componentes en un tramo reducido del circuito bus como, por ejemplo, en un cuadro eléctrico, se debe situar la fuente de alimentación lo más cerca posible de la concentración de elementos.

En una línea se pueden utilizar como máximo dos fuentes de alimentación. Entre ambas debe mantenerse una distancia mínima de 200 m. Si fuera necesario un consumo superior de energía, se pueden conectar al sistema dos fuentes de

alimentación en paralelo a través de una bobina común, de esta manera se aumenta la carga de corriente admitida en la línea a 500 mA.

10.4. Componentes

10.4.1. Tecnología.

Cada componente está constituido básicamente por un acoplador universal al bus (AB o BCU) y un aparato final de bus (BE), o módulo aplicación (MA), específico para una determinada tarea, que intercambia información con el acoplador universal a través de la interfaz usuario.

El acoplador BA recibe los telegramas del bus, los descodifica y controla el aparato final de bus BE. En sentido contrario, el BE suministra la información al acoplador BA, el cual la codifica y la envía al bus en forma de telegrama.

Formatos de la BCU:

- Si está separada:
 - Montaje empotrado
 - Sobre pared, falso techo o luminarias
 - Carril DIN
- Si está integrada viene junto con el resto del aparato mediante:
 - Módulo BIM (Bus Interface Module): BCU sin IFE
 - Chipset: circuito integrado

La disposición de los conectores (pines) de la interfaz (IFE) varía en función de los elementos BE conectados. Así pues, un BE sólo puede comunicarse sin fallos con su correspondiente acoplador de bus BA (a través de la interfaz correspondiente), cuando en la EEPROM del BA se han cargado los programas de aplicación apropiados.

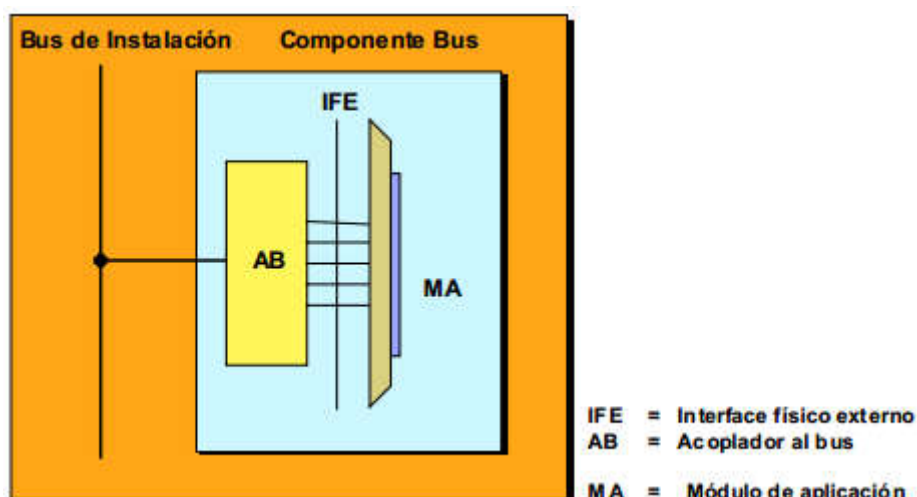


Ilustración 12: Esquema de un componente de bus

10.4.2. Componentes de bus.

Al margen de los componentes auxiliares para posibilitar el funcionamiento de un sistema KNX, como son la fuente de alimentación, filtros y cables, los componentes más importantes en la instalación son los dispositivos dotados de una cierta “inteligencia”. Al tratarse de un sistema distribuido, las funciones a realizar se encuentran programadas en forma de objetos de aplicación en los sensores y actuadores que intercambian información, posibilitando así la realización de las acciones de control. A continuación se muestra una breve descripción del acoplador de bus, sensores y actuadores.

El **acoplador** al bus es un aparato universal, que contiene la electrónica necesaria para gestionar el enlace: envío y recepción de telegramas, ejecución de los objetos de aplicación, filtrado de direcciones físicas y de grupo para reconocer los telegramas destinados al dispositivo, comprobación de errores, envío de reconocimientos, etc. El acoplador examina cíclicamente la interfaz de aplicación para detectar cambios de señal. El acoplador de bus BA conserva, durante las fases de proyecto y puesta en servicio, los datos de parametrización para la función a realizar. Para ello, incorpora un microprocesador con los siguientes módulos de memoria:

- Una memoria no volátil (ROM), en la que se almacena el programa específico del sistema, que no puede ser modificado por el usuario.
- Una memoria volátil (RAM), en la que se almacenan los datos empleados durante el funcionamiento del sistema.
- Una memoria no volátil y reprogramable eléctricamente (EEPROM), que almacena los datos de parametrización para el funcionamiento del acoplador al bus.

Los **sensores** son los elementos del sistema KNX que tienen como misión percibir cambios de estado y transmitir la información con una estructura de telegrama a los actuadores. Constan de un acoplador al bus y de un módulo terminal (o componente final de bus). En las instalaciones KNX, como todos los sensores van conectados al bus, un mismo sensor puede servir para varias funciones y entonces la aplicación se debe otorgar cuando se hace la programación del elemento. Es decir, cuando se esté programando un sensor, la aplicación se tendrá que elegir entre las que parezcan definidas para ese sensor, mediante el software de programación. Algunos ejemplos de sensores son: sensores de luz, sensores de temperatura, sensores de presencia, etc.

Los **actuadores** reciben los telegramas procedentes de los sensores y reaccionan sólo a los que va dirigido el telegrama. El tipo de actuación depende del cometido del actuador. Los actuadores también constan de acoplador al Bus y de módulo terminal, pero generalmente y a diferencia de los sensores, éstos van integrados dentro del propio actuador. Algunos ejemplos de actuadores son: actuadores que abren o cierran un relé, actuadores de iluminación, actuadores de calefacción, etc.

Existen dos tipos de componentes KNX dependiendo del modo de instalación:

- **Componentes de carril DIN** de 35mm, con el mismo formato que las protecciones eléctricas (interruptores automáticos o diferenciales).
- **Componentes de empotrar**, para su instalación en cajas universales de empotrar, falso techo o cajas de empalme.

Consultando las características técnicas de cada componente podremos saber el tipo de instalación que requiere.

10.5. *Direccionamiento*

Los diferentes elementos existentes en una instalación KNX quedan perfectamente identificados gracias al sistema de direccionamiento. Existen dos tipos de direcciones: direcciones físicas y direcciones de grupo.

10.5.1. *Direcciones físicas.*

Las direcciones físicas (DF) identifican unívocamente cada dispositivo y corresponden con su localización en la topología global del sistema (área – línea secundaria – dispositivo). La dirección física consta de tres campos, que se representan separados por puntos, y son los siguientes:

- Área (4 bits). Identifica una de las 15 áreas. A=0 corresponde a la dirección de la línea de áreas del sistema.
- Línea (4 bits). Identifica cada una de las 15 líneas en cada área. L=0 se reserva para identificar a la línea principal dentro del área.
- Dispositivo (8 bits). Identifica cada uno de los posibles dispositivos dentro de una línea. D=0 se reserva para el acoplador de línea.

En la línea de áreas se conectan hasta 15 acopladores de área (AA), cuyas direcciones irán desde 1.0.0 hasta 15.0.0. Esta línea puede tener conectados dispositivos normales (direcciones 0.0.>0).

Cada área tiene una línea principal, con su fuente de alimentación, a la que se conectan los acopladores de línea (AL), con direcciones 1.1.0 a 15.0.0, y a cada línea secundaria conectada a un acoplador de línea pueden conectarse hasta 64 dispositivos.

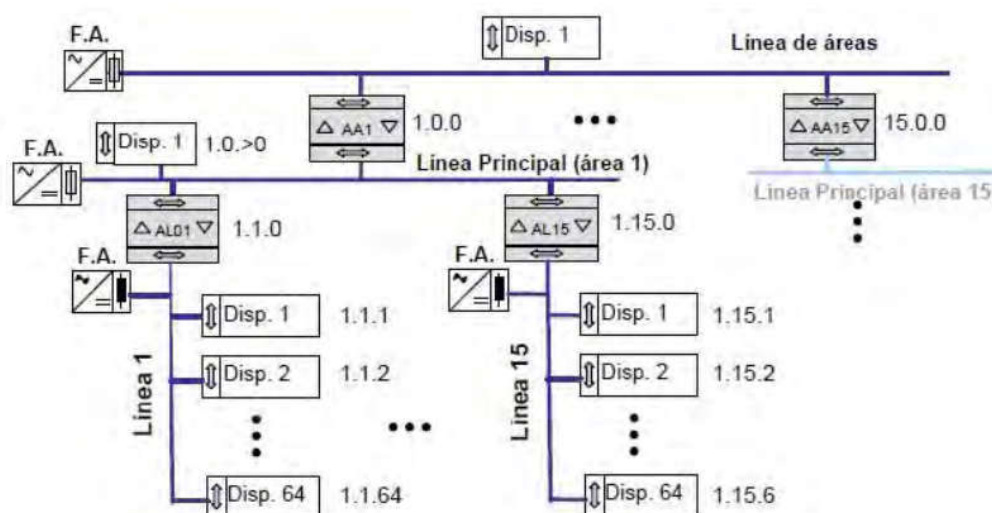


Ilustración 13: Ejemplo de direccionamiento físico

Para la interconexión de diferentes líneas y diferentes áreas se emplea la unidad de acoplamiento. Este elemento es el mismo para los diferentes tipos de conexión, y dependiendo de la dirección física que se le asigne actuará como acoplador de línea, acoplador de área, o incluso repetidor dentro de una misma línea.

En el caso del acoplador de línea o de área, la unidad de acoplamiento actúa como encaminador (router), y mantiene una tabla interna de direcciones de las subredes que conecta para aislar el tráfico entre ellas.

10.5.2. Direcciones de grupo.

Las direcciones de grupo (DG) se emplean para definir funciones específicas del sistema, y son las que determinan las asociaciones de dispositivos en funcionamiento (y la comunicación entre sus objetos de aplicación).

Las direcciones de grupo asignan la correspondencia entre elementos de entrada al sistema (sensores) y elementos de salida (actuadores).

Se pueden utilizar dos tipos de direccionamiento de grupo: de dos y tres niveles, dependiendo de las necesidades en la jerarquización de las funciones del sistema.

Habitualmente el campo de grupo principal se utiliza para englobar grupos de funciones (alarmas, iluminación, control de persianas, etc.). Se pueden emplear valores de 1 a 13, los valores 14 y 15 no deben emplearse, ya que no son filtrados por los acopladores y podrían afectar a la dinámica de funcionamiento de todo el sistema. En todos los campos la dirección 0 está reservada para funciones del sistema.

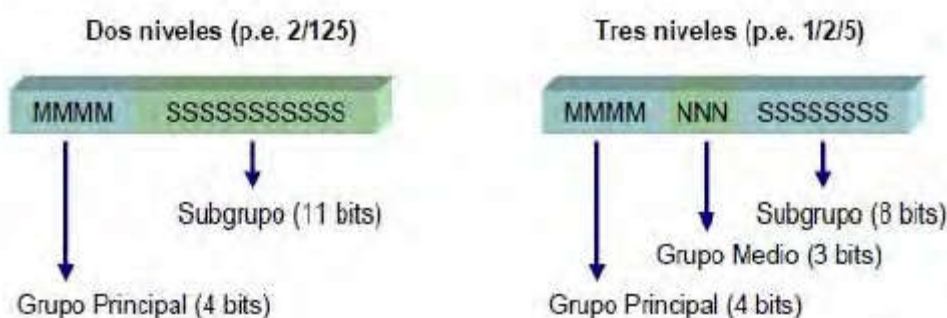


Ilustración 14: Direcciones de grupo en dos y tres niveles

En la configuración de una instalación KNX, la asignación de direcciones de grupo es básica para asegurar su correcto funcionamiento. Las direcciones de grupo, que asocian sensores con actuadores, se pueden asignar a cualquier dispositivo en cualquier línea (son independientes de las direcciones físicas), con las siguientes condiciones:

- Los sensores sólo pueden enviar una dirección de grupo (sólo se les puede asociar una dirección de grupo).
- Varios actuadores pueden tener la misma dirección de grupo, es decir, responden a un mismo mensaje o telegrama.
- Los actuadores pueden responder a más de una dirección de grupo (pueden estar direccionados o asociados a varios sensores simultáneamente).

10.5.3. Formato de las transmisiones.

10.5.3.1. Método de acceso al medio.

El método de acceso al medio empleado en KNX es de tipo CSMA/CA1. La codificación se realiza de modo que el estado lógico “0” es dominante (flujo de corriente) sobre el “1”, que se denomina recesivo (no pasa corriente). El mecanismo de resolución de colisiones es el siguiente:

- El dispositivo comprueba el bus, y si está libre comienza la transmisión.
- Durante el envío cada dispositivo escucha los datos presentes en el bus, comparándolos en todo momento con los que ha transmitido.
- Si no se producen colisiones, el envío se completa sin contratiempos.
- Si, por el contrario, se produce una colisión con los datos enviados por otro equipo, el arbitraje se resuelve por prioridad de los bits dominantes sobre los recesivos.

Por lo tanto, tendrán prioridad aquellas tramas que presente un mayor número de ceros en su inicio.

En la siguiente figura podemos observar cómo se gestiona una colisión:

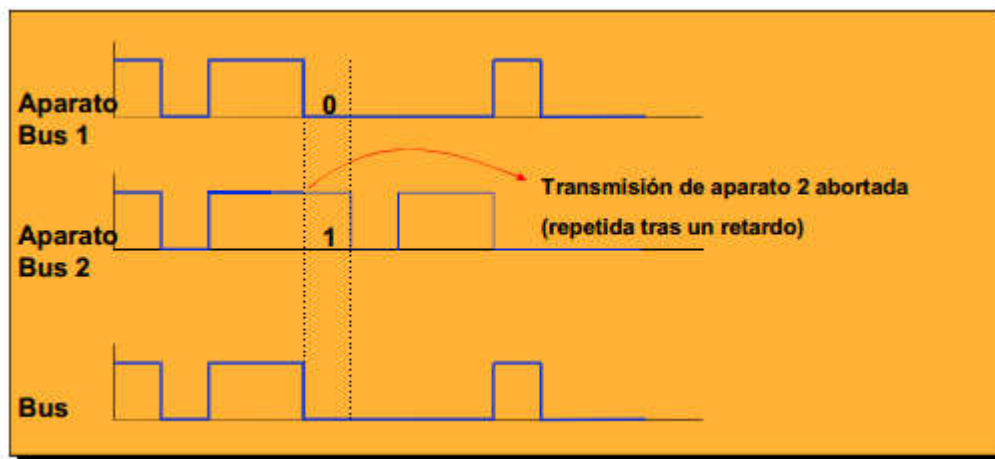


Ilustración 15: Resolución de colisiones

10.5.3.2. Formato de las tramas

El envío de un mensaje o trama en un sistema KNX se realiza cuando se produce un evento, por ejemplo, la activación de un pulsador o la detección de

presencia. El dispositivo emisor (sensor) comprueba la disponibilidad del bus durante un tiempo t_1 (Fig 21) y envía el telegrama.

Si no hay colisiones, a la finalización de la transmisión espera un intervalo de tiempo t_2 la recepción del reconocimiento (Ack). Si la recepción es incorrecta, no se recibe reconocimiento (o bien se recibe no reconocimiento), y la transmisión se reintentará hasta tres veces.

Todos los dispositivos direccionados envían el reconocimiento simultáneamente



Ilustración 16: Secuencia de envío de trama ante la activación de un evento

Las tramas se transmiten en modo asíncrono, a una velocidad de 9600 baudios, donde cada carácter o byte consta de 1 bit de inicio, 8 bits de datos, 1 bit de paridad par, 1 bit de parada y una pausa de 2 bits hasta la siguiente transmisión. De este modo la transmisión de un byte supone un tiempo de 1,35 ms., y la de un telegrama completo entre 20 y 40 ms.

El telegrama que se transmite por el bus, y que contiene la información específica sobre el evento que se ha producido, tiene siete campos, seis de control para conseguir una transmisión fiable y un campo de datos útiles con el comando a ejecutar.

En la siguiente figura se muestra el formato de la trama y el tamaño en bits de cada uno de estos campos:



Ilustración 17: Formato de las tramas y campo de control.

10.6. Cableado de la instalación

10.6.1. Tendido.

.El cableado representa el tendido de las líneas del bus KNX a lo largo de la vivienda.

Debe hacerse de forma acertada para asegurar el cumplimiento de las necesidades actuales y de futuras ampliaciones o cambios. Esa distribución la realizaremos mediante rozas en la pared, por debajo del suelo o a través de falso techo, eligiendo de entre estas opciones la mejor para cada situación.

El cableado de la instalación cumplirá las siguientes ITCs del REBT:

- ITC-BT-51: Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.
- ITC-BT-36: Instalaciones a muy baja tensión.

El bus KNX al estar alimentado a 30Vdc y por una fuente de alimentación con circuitos sin conexión a tierra, esta considerada como transformador de seguridad según la UNE-EN 60.742, por lo tanto se corresponde con las MBTS.

Algunos dispositivos de la instalación domótica se alimentarán directamente de la línea de bus, estos son normalmente los sensores, el resto de componentes se conectarán además a la línea de fuerza que corresponda con su circuito.

Con el fin de evitar la posible formación de bucles, las líneas de fuerza deben tenderse junto con las líneas del bus, es decir, no debe haber separación entre ambas.

La instalación del cable de bus y la red de potencia se llevará a cabo en cajas de derivación independientes o con una partición que asegure el aislamiento entre ambas redes.

Cuando el cable bus discurra por la misma canalización que otro de baja tensión, la tensión de aislamiento que tendrá el cable bus será equivalente a la tensión de los cables de baja adyacentes.

Los conductores de fuerza, junto con los cables bus y otros componentes asociados a éstos, deben instalarse cerca unos de otros en los cuadros de distribución. Con el fin de asegurar una separación de protección entre la línea bus y las redes de fuerza, deben cumplirse los requerimientos citados anteriormente, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Los hilos de las líneas de fuerza cubiertos con material plástico y los cables bus pueden ser tendidos juntos sin necesidad de separación alguna (ver Fig. 23).
- Los hilos de las líneas bus, deben mantener una distancia mínima de los conductores aislados de las líneas de fuerza (ver Fig. 23).
- Igualmente, los hilos del bus y la línea de fuerza, deben ser tendidos con una separación mínima de 4 mm o con un aislamiento equivalente por medio de un separador o un tubo flexible de aislamiento que contenga los hilos del bus (ver Fig. 23). Esto también es aplicable a conductores que no sean MBTS ó MBTP

En el tendido de las líneas de bus se aplicarán las protecciones contra sobretensiones apropiadas, de igual manera que en las líneas de fuerza

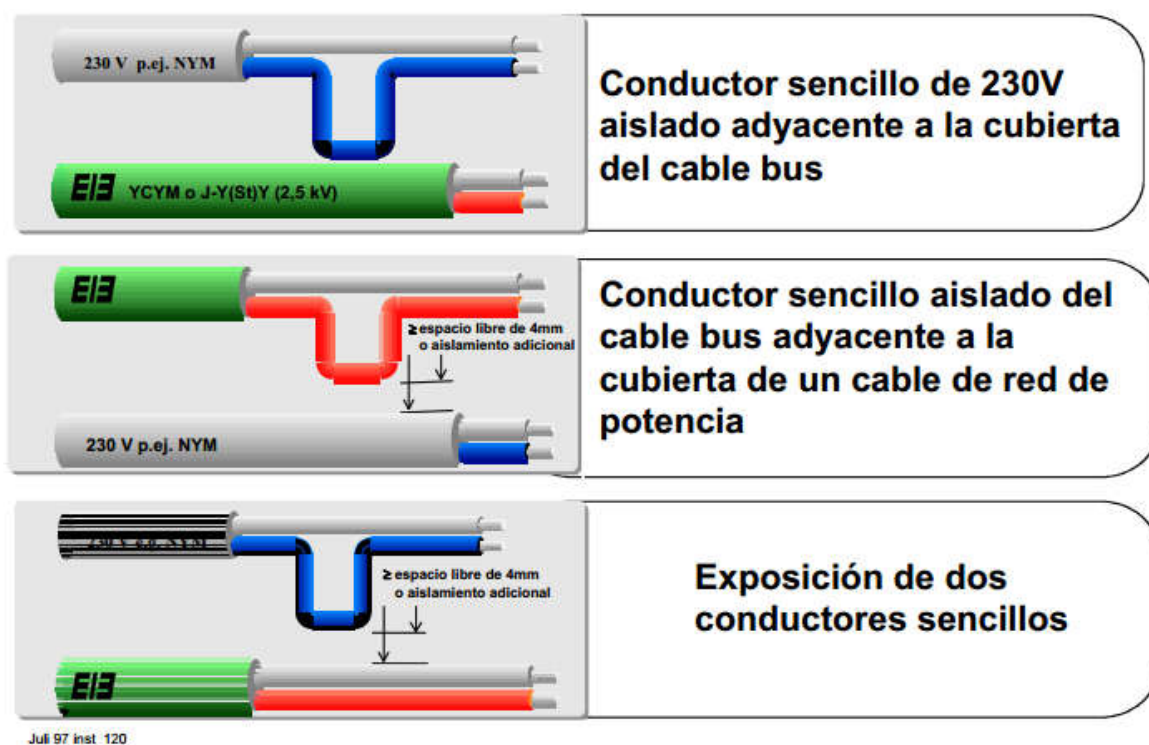


Ilustración 18: Intersecciones y proximidad entre líneas

Las líneas de bus se distribuirán a lo largo de la instalación según la división en zonas y líneas planeadas para la instalación. Se respetarán en todo momento las reglas de topología de cada línea y procuraremos no cargar las líneas con el número máximo de dispositivos permitido, así podremos dejar un porcentaje de reserva para posibles ampliaciones futuras si fueran necesarias.

Este tipo de instalación tiene algunas limitaciones que impone la tecnología del bus en cuanto a: longitudes máximas de línea (1000 m), distancia máxima entre componentes de bus (700 m), distancia máxima entre fuente de alimentación y un aparato de bus (350 m) y longitud mínima entre dos fuentes en paralelo en una línea (200 m). La limitación en cuanto a distancia entre dispositivos se debe a la necesidad de garantizar la detección de colisiones (mediante el algoritmo CSMA/CA).

El cable bus cumplirá las normas EN 61.196 y CEI 60.189-2. Para evitar cualquier tipo de problema se recomienda emplear cables certificados KNX.

La identificación de las líneas bus es altamente recomendable. Debe marcarse claramente el término "BUS" o "KNX" en todos los cables del bus. Además, la palabra usada debe ser única, permanente y legible.

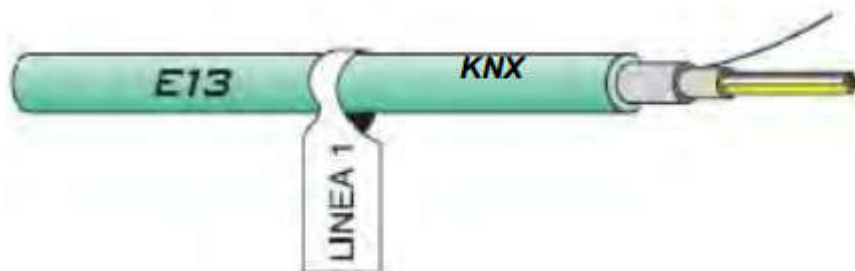


Ilustración 19: Etiquetado o identificación del bus

10.6.2. Conexiones

El cable bus tiene hilos de un sólo conductor, que no necesitan ninguna preparación especial para ser conectados. La cubierta del cable debe ser quitada solamente en los extremos, desde el punto tras el cual se introducen los hilos en el terminal de conexión al bus.

El trazador no debe ser dañado y la película de apantallamiento que quede al descubierto debe ser eliminada.

Los hilos bus deben ser pelados unos 10 mm y siempre introducidos en un terminal de Conexión.

El par de hilos no utilizado junto con el trazador pueden ser recogidos como se muestra en la siguiente figura. No deben ser cortados en ningún caso. Estos hilos y el trazador no deben entrar en contacto con partes activas o puestas a tierra.

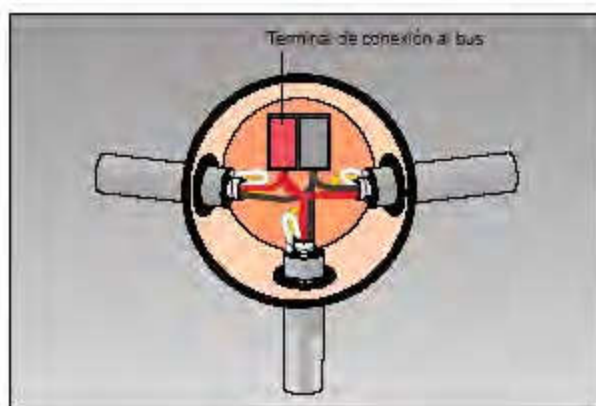


Ilustración 20: Detalle conexiones

10.6.3. Protecciones.

Se instalarán protecciones contra sobretensiones (protección secundaria) para el bus KNX, en cada línea, incluso las que estén separadas por acopladores de línea o área se instalaran en ambos lados.

También se recomienda en los aparatos de bus que estén conectados a la red de potencia, o que estén instalados en paredes conductoras, en las cercanías de tuberías de agua, de gas etc., en los extremos libres del bus y en el límite de los edificios.

Los protectores contra sobretensiones deben cumplir los siguientes requisitos:

- Capacidad nominal de descarga de al menos 5 kA (8/20)
- Nivel de protección: < 2 kV

Los terminales de protección contra sobretensiones se corresponden expresamente con los niveles necesitados en el bus KNX. Los terminales de protección contra sobretensiones tienen las mismas dimensiones que los terminales de conexión al bus. Se distinguen de éstos por el color (el bloque es totalmente azul) y por el hilo de protección adicional (ver ilustración anterior). El terminal de protección contra sobretensiones puede instalarse en lugar del terminal habitual, conectándose a la toma de tierra más cercana. Además, si utilizamos terminales de este tipo, no debe ser posible la formación de ningún bucle en el bus.

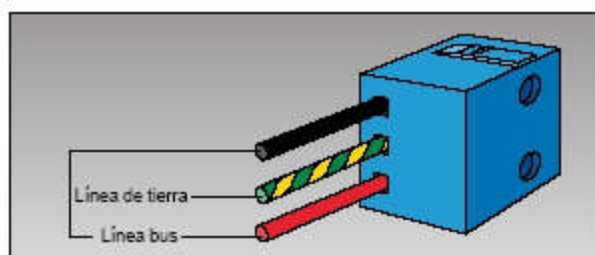


Ilustración 21: Protector contra sobretensiones

10.7. Características de nuestra instalación domótica

En nuestra instalación, se pretende automatizar los siguientes elementos, según el listado de elementos automatizables en el hotel

\		Salidas/Entradas		Climatización		Iluminación		
		Puertas	Ventanas	Nº equipos	Potencia	Nº circuitos	Potencia	Circuitos
Planta baja	Auditorio	3	4	4	2000	4	280	c16 - c19
	Oficinas	8	2	6	2000	2	520	c20 c19
	Tienda	1	0	1	2000	1	160	c47
	Gimnasio	3	4	-	-	4	291	c21 - c24
	Restaurante	2	6	4	2000	2	190	c1 c2
	Cocina	2	0	-	-	2	120	c3 c4
	Salas trabajo	4	0	4	2000	2	200	c5 c6
	Sala Estar	1	0	2	2000	2	272	c7 c8
	Sala de Fiesta	1	0	8	2000	16	352	c10 - c15
	Parking	0	0	-	-	5	1680	c28 c29 c31 c32 c33
	Pistas	0	0	-	-	2	2520	c30 c35
	Piscina	0	0	-	-	3	442	c25 c26 c27
Sótano	Sala de máquinas	1	0	-	-	1	160	c34
Planta tipo	Pasillo	-	-	-	-	4	260	c25 c26 c27 c28
	Habitación	24	24	24	2000	24	260	c1 - c24

Tabla 15: Comportamiento eléctrico

10.7.1. Funciones de la instalación

En los siguientes apartados se describen las funciones que podrá realizar nuestra instalación domótica, en los diferentes campos de aplicación.

10.7.1.1. Iluminación

El control de la iluminación se realizará mediante dos sistemas claramente diferenciados: uno se realizará con sensores pulsadores, y otro mediante sensores detectores de presencia.

El primer sistema, mediante sensores pulsadores colocados en cada habitación, consiste en un sistema de control tradicional, como si de una instalación convencional se tratase, en la que tendrán dos pulsadores. El pulsador de la izquierda será para apagar o encender, mientras que el pulsador de la derecha regulará la intensidad de la habitación, siendo cada pulsación un 10% de la luminosidad.

El segundo de los sistemas consiste en hacer uso de los sensores de movimiento. Estos se utilizarán en estancias donde la iluminación solo es necesaria cuando hay presencia de personas, por ejemplo en pasillos o la sala de estar. En estos casos, la regulación de la intensidad lumínica se realizará según un interruptor horario, para poder adaptar

En el caso de los exteriores, su encendido se realizará automáticamente, según las horas y los días de la semana, según se programe en el interruptor horario.

Podremos definir escenas donde el nivel de iluminación se ajuste a diferentes situaciones. Por ejemplo, en épocas donde la ocupación del hotel sea muy alta, podemos programar una escena pensada para una alta luminosidad del hotel, donde toda la iluminación esté encendida al máximo de luminosidad, o programar una escena para cuando deseemos ver una película en la sala de espectáculos, donde el nivel lumínico necesitado será bastante inferior.

10.7.1.2. Climatización

Para el control de la climatización se utilizarán los tritones con termostato colocados en las correspondientes estancias del hotel, así como en oficinas y habitaciones.

En el caso de que se detecte mediante los sensores magnéticos una ventana o puerta abierta se desactivará el sistema de climatización de la estancia.

10.7.1.3. Confort.

En referencia al confort dentro del hotel objeto de este proyecto, hay varios aspectos a remarcar.

El primero de ellos es la automatización de las persianas. Las motorizadas serán controladas, mediante pulsadores específicos distribuidos por las estancias junto a las puertas y ventanas, los tritones colocados en las diferentes habitaciones de la vivienda, nos servirán también para manejar a la vez persianas de la estancia

Como ya se ha comentado en el apartado de iluminación, podemos crear escenas que adapten las condiciones de una estancia, a las diferentes necesidades del usuario. Además del control de la iluminación, en la creación de escenas podremos controlar parámetros como persianas, temperatura, etc.

En lugares estratégicos se colocarán pantallas táctiles a color, que tendrán la función de controlar, monitorizar y visualizar el estado del sistema domótico. La pantalla táctil es una herramienta muy útil que nos facilitará el control de los diversos parámetros referentes a climatización, alarmas técnicas y de intrusión, iluminación, escenas, control de persianas, etc. Además, es una fuente de información capaz de mostrarnos datos como la temperatura exterior e interior, fecha, hora, guía de teléfonos (que nosotros hayamos programado previamente), e incluso permite visualizar imágenes. También dispone de un altavoz, capaz de emitir una señal acústica en caso de alarma. Lo mejor de todo esto es que lo podemos hacer a través de una interfaz táctil, sencilla, efectiva y amigable.

Además dispondremos de un web Server integrado en el EIBPORT que nos permitirá hacer una visualización gráfica de la instalación e integrar dispositivos portátiles y móviles, tales como smartphones, tablets, Ipad o Iphone, vía wifi de forma que los podamos utilizar igual que un mando a distancia.

10.7.1.4. Eficiencia energética

Algunos aspectos dentro de los apartados de seguridad, climatización, iluminación y confort, realizan de manera directa o indirecta un ahorro energético. Por ejemplo: la desactivación de la climatización si la ventana de la habitación está abierta, la posibilidad de desactivar todas las luces con un solo pulsador, el control astronómico de luces exteriores, etc.

10.7.1.5. Comunicación

Mediante el EIBPORT KNX-LAN-LAN/ Gateway, podremos controlar prácticamente todos parámetros de nuestra instalación domótica (iluminación, programadores horarios, climatización, etc.) tanto desde el interior de la vivienda, como a través de internet, a través de una visualización gráfica fácilmente configurable, programación del sistema también vía internet y además permite la visualización de cámaras TCP/IP de vigilancia, entre otras cosas. Además

dispondremos de una integración con dispositivos móviles de última generación tales como Ipad, Iphone, tablets, smartphones.

Se cuenta también con dispositivos de entrada vía KNX-USB, de manera que se pueda acceder en un momento determinado de fallo del sistema TCP/IP al control de sistema y su programación in situ.

El sistema domótico KNX es muy versátil, por lo tanto, podremos reprogramar o ampliar el sistema de una manera fácil y sin costes elevados.

Se ha intentado huir de hacer una instalación con un alto grado de automatización, porque puede convertir una actividad cotidiana como puede ser subir una persiana o encender una luz en un hándicap al tener el usuario un montón de factores en cuenta, que si sopla viento, que si esta desactivada por alguna alarma, o si era una pulsación o dos pulsaciones, por que el usuario al final pierde el control de la instalación, y acaba por desesperarse, y tener que anular todo el sistema con la sensación de que no funciona. Se pretende hacer una instalación sencilla de manejo y funcional, que nos ayude en el confort de los cliente y que nos permita lograr un control y mando total del hotel con un sistema simple, en comparación con otros sistemas, y que nos permita una versatilidad a la hora de aumentar las prestaciones y confort, progresivamente si queremos, sin hacer grandes inversiones ni complejas modificaciones.

10.7.2. Topología de la instalación

Nuestra instalación domótica contará con una sola área por planta. Cada una de estas, estará compuesta por una línea principal, la cual irá alimentada por la correspondiente fuente de alimentación. A la línea principal se conectarán todas las líneas correspondientes a los diferentes sectores en los que hemos dividido nuestra instalación. La sectorización se ha llevado a cabo teniendo en cuenta la posición física de los diferentes componentes domóticos dentro de la casa. Por lo tanto las diferentes líneas incluirán los componentes situados en:

- Área 0 o backbone: Elementos de comunicación

- Área 1: Planta baja
 - Línea 1: Auditorio
 - Línea 2: Oficinas
 - Línea 3: Tienda
 - Línea 4: Gimnasio
 - Línea 5: Restaurante
 - Línea 6: Cocina y salas de trabajo
 - Línea 7: Sala estar y pasillos
 - Línea 8: Sala fiestas
- Área 2: Planta 1
 - Línea 1: Ala izquierda, zona sur 1
 - Línea 2: Ala izquierda, zona sur 2
 - Línea 3: Ala izquierda, zona norte 1
 - Línea 4: Ala izquierda, zona norte 2
 - Línea 5: Ala derecha, zona superior
 - Línea 6: Ala derecha, zona inferior
- Área 3: Planta 2
 - Línea 1: Ala izquierda, zona sur 1
 - Línea 2: Ala izquierda, zona sur 2
 - Línea 3: Ala izquierda, zona norte 1
 - Línea 4: Ala izquierda, zona norte 2
 - Línea 5: Ala derecha, zona superior
 - Línea 6: Ala derecha, zona inferior
- Área 4: Planta 3
 - Línea 1: Ala izquierda, zona sur 1
 - Línea 2: Ala izquierda, zona sur 2
 - Línea 3: Ala izquierda, zona norte 1
 - Línea 4: Ala izquierda, zona norte 2
 - Línea 5: Ala derecha, zona superior
 - Línea 6: Ala derecha, zona inferior
- Área 15: Planta Sótano.

Para que sea posible la comunicación entre los diferentes componentes de todas las líneas, cada línea irá conectada a la principal mediante un acoplador de línea. Cada una de las áreas irán conectadas a una principal mediante un acomplador de áreas. Además, cada línea dispondrá de su propia fuente de alimentación que alimentará a todos los componentes conectados a ella, detrás de cada repetidor de línea también se instalará una fuente.

A continuación se muestra un esquema de la topología que tendrá cada planta en nuestra instalación domótica.

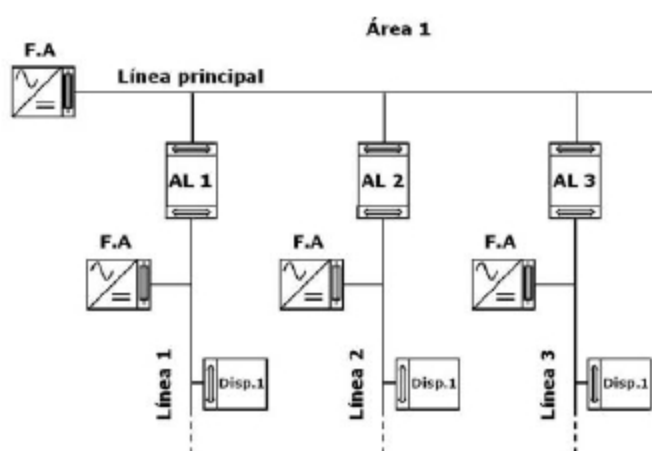


Ilustración 22: Topología de una planta de nuestra instalación domótica

Donde:

AL = Acoplador de línea

F.A = Fuente de alimentación

Disp.1 = Dispositivo domótico

En lo que concierne a los cuadros domóticos, se ha decidido optar por un diseño descentralizado. Debido a las dimensiones de nuestro hotel, el instalar todos los componentes domóticos de instalación en carril DIN en un solo cuadro es una opción poco viable, ya que necesitaríamos un cuadro domótico de dimensiones muy grandes. Por lo tanto, no habrá un solo cuadro domótico. Debido a la pequeña cantidad de elementos eléctricos que hay en cada uno de los cuadros de línea, se aprovecharán dichos cuadros para instalar los componentes domóticos, aprovechando la universalidad del carril DIN.

Como salvedad, se instalará un cuadro exclusivo de domótica en cada una de las plantas de habitaciones, que será distinto al eléctrico, aunque su situación es adyacente a la del cuadro eléctrico.

Los cuadrudos domóticos se instalarán lo más cerca posible de la zona que tienen que controlar. Las señales de los sensores serán recogidas en los puntos de uso o lo más cerca posible, mediante interfaces genéricos de entrada, que nos permitirán cambiar fácilmente de función, si es necesario, con solo reprogramarla. En las paredes de la vivienda según indicaciones del cliente no hay cajas de conexiones, por lo que todas las conexiones de bus se realizan en los cajetines que albergar los sensores o en los cuadros secundarios que albergan. Así también conseguimos tener más sectorizada la instalación, lo que facilita las cosas a la hora de detectar el fallo de un componente, añadir un componente nuevo a una línea, etc.

La situación de todos los cuadros se puede ver en los planos adjuntos al presente proyecto.

La situación de los cuadros se ha llevado a cabo de manera que queden lo más alejados posibles a personal ajeno al hotel, según establece el REBT-ITC-19.

10.7.3. Componentes de la instalación

En el Anexo de componentes domóticos del presente proyecto, se detallan los componentes que forman parte de la instalación así como su ubicación.

Se muestra la ubicación de los componentes dentro de la vivienda, el nombre que le corresponde según los planos, el número de referencia del componente y una propuesta de relación entre las entradas y salidas (sensores/actuadores).

11. Conclusiones

El autor del presente Proyecto estima, salvo superior criterio, que el documento redactado cumple todos los condicionamientos exigidos en su encargo.

En especial, se han seguido las indicaciones del documento “Criterios y estilos para la realización del TFG”, proporcionado por la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Septiembre de 2017

Juan Manuel Rodríguez Torres

El alumno



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Documento 3

Anexos

INDICE ANEXOS

Anexo 1.- Cálculos Justificativos

Anexo 2.- Componentes de la instalación KNX

Anexo 3.- Estudio Básico de Seguridad y Salud

Anexo 4.- Estudio de Gestión de Residuos de construcción y demolición

Anexo 5.- Estudio de campos magnéticos en centros de transformación

Anexo 6.- Estudio de viabilidad económico-financiera



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Anexo 1

Cálculos Justificativos

INDICE ANEXO 1

1.	Cálculos eléctricos de la línea subterránea de media tensión	139
1.1.	Características eléctricas del conductor	139
1.1.1.	Resistencia eléctrica	139
1.1.2.	Reactancia del cable	139
1.1.3.	Capacidad	140
1.1.4.	Intensidad máxima admisible en servicio permanente	141
1.1.5.	Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor	143
1.2.	Potencia a transportar	145
1.3.	Caídas de tensión	145
2.	Cálculos del Centro de Transformación Interior Prefabricado de Superficie	147
2.1.	Cálculo de las Instalaciones de Puesta a Tierra	147
2.1.1.	Introducción	147
2.1.2.	Características generales de la instalación	147
2.1.2.1.	Puesta a tierra de protección	147
2.1.2.2.	Puesta a tierra de servicio	147
2.1.3.	Datos iniciales	148
2.1.4.	Cálculo de la puesta a tierra de protección	149
2.1.4.1.	Investigación de las características del terreno. Resistividad.	149
2.1.4.2.	Determinación de la intensidad de defecto a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto	152
2.1.4.2.1.	Resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del CT	152
2.1.4.2.2.	Determinación de la intensidad de defecto	152
2.1.4.2.2.1.	Neutro aislado	152
2.1.4.2.2.2.	Neutro a tierra	153
2.1.4.2.2.3.	Tiempo de eliminación del defecto	153
2.1.5.	Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra. Selección del electrodo. 155	
2.1.6.	Cálculo de la resistencia de puesta a tierra, intensidad de defecto y tensiones de paso para el electrodo seleccionado.	157
2.1.6.1.	Agrupación de electrodos en paralelo	158
2.1.7.	Valores máximos de tensión admisibles	160
2.1.8.	Comprobación de que con el electrodo seleccionado se satisfacen las condiciones exigidas	162
2.1.8.1.	Seguridad para las personas	162
2.1.8.1.1.	Tensiones de paso y contacto en el interior del CT	162
2.1.8.1.2.	Tensión de contacto en el exterior del CT	163
2.1.8.1.3.	Tensión de paso en exterior y de paso en el acceso al CT	163
2.1.8.2.	Protección del material	163
2.1.8.3.	Garantía de eliminación de la falta	163
2.1.9.	Corrección y ajuste del diseño inicial	163
2.2.	Separación entre los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio	164
2.3.	Sistema único para las puestas a tierra de protección y servicio	165

2.4.	Resumen cálculos.....	165
2.4.1.	Tierra de servicio.....	165
2.4.2.	Tierra de protección	166
3.	Cálculos eléctricos de los puentes de MT y BT	168
3.1.	Introducción	168
3.2.	Intensidad en MT.	168
3.3.	Dimensionado de las conexiones MT	168
3.4.	Intensidad en BT	170
3.5.	Dimensionado de las conexiones BT	170
3.5.1.	Máxima Intensidad	170
4.	Cálculos eléctricos de la instalación de enlace.....	172
4.1.	Características de la energía	172
4.2.	Criterio de caída de tensión:	173
4.2.1.	Fórmula Conductividad Eléctrica.....	173
5.	Cálculos de las instalaciones interiores	175
5.1.	Formulas.....	175
5.1.1.	Sistema monofásico.	175
5.1.2.	Sistema trifásico.....	175
5.1.3.	Fórmula conductividad eléctrica.....	177
5.1.4.	Fórmulas sobrecargas.	178
5.1.5.	Fórmulas cortocircuito.....	178
5.1.6.	Fórmulas resistencia tierra.	179
5.2.	Demanda de potencias.....	181
5.2.1.	Planta Baja.....	181
5.2.2.	Planta Tipo.....	183
5.3.	Cálculos de las líneas	184
5.3.1.	Planta baja	185
5.3.2.	Planta tipo	186
5.4.	Resumen de los cálculos	187
5.4.1.	Planta baja	187
5.4.2.	Planta tipo	194
6.	Cálculo de las instalaciones domóticas	199
6.1.	Cálculo de las fuentes de alimentación	199
6.1.1.	Planta baja (Área 1)	200
6.1.2.	Planta tipo (Área 2, 3 y 4).....	202

6.1.3. Planta sótano (Área 15)	204
6.2. Direcciones físicas	205
6.2.1. Planta baja (Área 1)	205
6.2.2. Planta tipo (Área 2, 3 y 4).....	208
6.2.3. Planta sótano (Área 15)	213
6.3. Bloques de parámetros	213
6.3.1. Planta baja (Área 1)	213
6.3.1.1. Línea 0	214
6.3.1.2. Línea 1	214
6.3.1.3. Línea 2	217
6.3.1.4. Línea 3	227
6.3.1.5. Línea 4	229
6.3.1.6. Línea 5	232
6.3.1.7. Línea 6	234
6.3.1.8. Línea 7	238
6.3.1.9. Línea 8	240
6.3.2. Plana tipo (Áreas 2, 3 y 4).....	244
7. Conclusiones.....	253

1. Cálculos eléctricos de la línea subterránea de media tensión

Para el cálculo de una línea de media tensión el proyectista justificará los siguientes apartados según las características de la línea a proyectar:

- Intensidades máximas admisibles para el cable,
- Caída de tensión de tensión,
- Capacidad de transporte,
- Pérdidas de potencia.

1.1. Características eléctricas del conductor

A continuación se justifican y se determinan las características eléctricas del conductor que se precisaran para los cálculos justificativos de la línea.

1.1.1. Resistencia eléctrica

La resistencia R del conductor, en ohmios por kilómetro, varía con la temperatura θ de funcionamiento de la línea. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_{20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20^{\circ}C))$$

Siendo:

$\alpha = 0,00403$ para el aluminio.

θ = Temperatura máxima del conductor, se adopta el valor correspondiente a $90^{\circ}C$.
Ecuación 3

Para los conductores normalizados las resistencias serán:

Conductor	Sección nominal (mm ²)	Resistencia máxima a 20°C (Ω/km)	Resistencia máxima a 90°C (Ω/km)
RH5Z1	150	0,206	0,264
y	240	0,125	0,161
RHZ1-OL 12/20 y 18/30 kV	400	0,0778	0,100

Tabla 16: Resistencia de los conductores

1.1.2. Reactancia del cable

La reactancia depende de la geometría y diseño del conductor, las reactancias de los cables especificados normalizados serán:

Conductor	Sección nominal (mm ²)	Reactancia cable 12/20 kV (Ω/km)	Reactancia cable 18/30 kV (Ω/km)
RH5Z1	150	0,114	0,123
y	240	0,106	0,114
RHZ1-OL	400	0,099	0,106

Tabla 17: Reactancia de los conductores

En el presente proyecto los circuitos se compondrán de tres conductores unipolares de aluminio del tipo **RH5Z1 (S) 18/30 kV 1x150 K Al**.

1.1.3. Capacidad

La capacidad depende de la geometría y diseño del conductor, las capacitancias de los cables especificados en el proyecto tipo serán:

Conductor	Sección nominal (mm ²)	Capacitancia cable 12/20 kV		Capacitancia cable 18/30 kV	
		(uF/km)	(S·km)	(uF/km)	(S·km)
RH5Z1	150	0,254	7,980·10 ⁻⁵	0,192	6,032·10 ⁻⁵
y	240	0,306	9,613·10 ⁻⁵	0,229	7,194·10 ⁻⁵
RHZ1-OL	400	0,376	1,181·10 ⁻⁵	0,277	8,702·10 ⁻⁵

Tabla 18: Conductividad de los conductores

La intensidad capacitiva que circulará por un conductor será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3}} \cdot Y_c \cdot L \text{ (A/km)}$$

Siendo:

I = Intensidad capacitiva en el inicio de un conductor de longitud L, en A.

U = Tensión de línea, en kV.

Y_c = Conductividad, en S·km

L = Longitud total del conductor, en km.

Ecuación 4

Intensidades máximas admisibles

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., el proyecto justificará y calculará la intensidad máxima permanente del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada. Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para aislamiento seco en polietileno reticulado XLPE, son las que figuran en la siguiente tabla:

Tipo de aislamiento seco	Servicio permanente θ_{cc}	Cortocircuito θ_{cc} ($t \leq 5s$)
Polietileno reticulado XLPE	90 °C	250 °C

Tabla 19: Temperaturas máximas admisibles aislamiento conductores

1.1.4. Intensidad máxima admisible en servicio permanente

Los conductores de XLPE de aluminio directamente enterrados podrán admitir una intensidad permanente según ICT-LAT 06 Tabla 06. Los conductores entubados podrán admitir una intensidad permanente según ITC-LAT 06 tabla 12:

Sección	Intensidad de servicio (A)*	
	Directamente enterrados	Bajo tubo
150	260	245
240	345	320
400	445	415

* Un único circuito enterrado a 1 metro de profundidad, temperatura del terreno de 25°C y resistividad del terreno de 1.5 $\cdot m/W$.

Tabla 20: Intensidades máxima admisibles en conductores XLPE Al

En el presente proyecto el circuito se compondrá de tres conductores unipolares de aluminio homogéneo unipolar de tensión nominal de 18/30 kV, cuya denominación es:

RH5Z1 (S) 18/30 kV 1x150 K Al

Según la tabla anterior, a un conductor de aluminio de 150 mm² de sección le corresponde una intensidad $I = 245$ A.

A este valor se le aplicarán los coeficiente de corrección correspondientes en función de la temperatura, resistividad térmica del terreno, agrupación de conductores y profundidad de la instalación, según el apartado 6.1.2.2. de la ITC-LAT-06:

Temperatura del terreno (Fct)

Se aplicaran los coeficientes de la tabla 7 ITC-LAT-06.

Para nuestro caso, se considerará que el terreno puede alcanzar una temperatura de 30°C, siendo el coeficiente **Fct= 0,96**

Resistividad térmica del terreno (Fcrt)

Se aplicaran los coeficientes de la tabla 8 y 9 ITC-LAT-06.

Para nuestro caso, se conoce que el terreno tiene una Resistividad térmica de 0,8 k·m/W, según los datos facilitados por el estudio topográfico por lo que se considerará para Cables en interior de tubos enterrados con sección de 150 mm² tenemos un coeficiente **Fcrt= 1,14**

Agrupación de circuitos (Fca)

Se aplicaran los coeficientes de la tabla 10 ITC-LAT-06.

Solo habrá una terna, por lo que **Fca=1**.

Profundidades de instalación (Fcp)

Se aplicaran los coeficientes de la tabla 11 ITC-LAT-06.

Se enterrará a 1 m, por lo que **Fcp=1**.

Luego la intensidad admisible permanente del conductor se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{adm} = I \cdot Fct \cdot Fcrt \cdot Fca \cdot Fcp$$

Dónde:

I_{adm} = Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.

I = Intensidad del conductor sin coeficientes de corrección, en A.

F_{ct} = Factor de corrección debido a la temperatura del terreno,

F_{crt} = Factor de corrección debido a la resistividad del terreno,

F_{ca} = Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos,

F_{cp} = Factor de corrección debido a la profundidad de soterramiento.

Ecuación 5

Para el tipo de instalación objeto de este proyecto la intensidad admisible permanente en los conductores será:

$$I_{adm} = I \cdot F_{ct} \cdot F_{crt} \cdot F_{ca} \cdot F_{cp} = 0,96 \cdot 1,14 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 245 = 268,128 \text{ A}$$

1.1.5. Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor

En primer lugar el proyectista determinará el valor de la intensidad de cortocircuito de la línea a la cual se integrará la red subterránea. Este valor puede ser conocido directamente o bien proporcionado indirectamente a partir de la potencia máxima de cortocircuito de la red, en este caso la corriente de cortocircuito se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$I_{cc_3} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Dónde:

I_{cc₃} = Intensidad de cortocircuito trifásica, en kA.

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red, en MVA.

U = Tensión de línea, en kV,
Ecuación 6

A continuación se indican las intensidades de cortocircuito para algunas redes:

U (kV)	Scc (MVA)	I _{cc3} (kA)
25	500	11,547
20	500	14,433
15	500	19,245
11	500	26,243

Tabla 21: Corrientes de cortocircuito en redes

En el presente proyecto la corriente de cortocircuito de la red puede considerarse 14,433 kA.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito soportada por el conductor se tendrá en cuenta que el conductor utilizado es de aluminio, que la temperatura inicial de servicio es de 90 °C, la temperatura final deberá ser inferior a 250°C, tiene una sección de 150 mm² y tiempo máximo de duración del cortocircuito es de 1 s, dato proporcionado por la Cía. Distribuidora.

Para tiempos de cortocircuito cortos la intensidad máxima admisible por un conductor vendrá dada por la fórmula del calentamiento adiabático:

$$I_{cc \text{ Adm.}} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Dónde:

I_{cc Adm.}= Intensidad de cortocircuito calculada en una hipótesis adiabática, en A,

S= Sección del conductor, en mm²,

K = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y al fin del cortocircuito,

t_{cc} = Duración del cortocircuito, en segundos.

Ecuación 7

Como se refleja en la tabla 26 correspondiente el apartado 6.2 de la ITC-LAT-06, la densidad admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio y un Δθ=160 °C, es de 94 A/mm².

A continuación se indican los valores de cortocircuito máximo admisibles de los conductores especificados en el presente proyecto tipo:

Sección del conductor mm ²	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
150	44,6	31,5	25,7	19,9	18,2	14,1	11,5	10,0	8,9	8,1
240	71,3	50,4	41,2	31,9	29,1	22,6	18,4	16,0	14,3	13,0
400	118,9	84,1	68,6	53,2	48,5	37,6	30,7	26,6	23,8	21,7

Tabla 22: Corrientes de cortocircuito admisibles en los conductores de secciones normalizadas en kA

Por tanto, en nuestro caso, para una sección de 150 mm² el conductor será capaz de soportar una corriente de cortocircuito de 14,1 kA.

Resultando mayor la intensidad de cortocircuito soportada por este tipo de conductor ($I_{ccs} = 14,1$ kA) que la intensidad permanente de la red ($I_{ccp} = 14,43$ kA).

1.2. **Potencia a transportar**

La potencia máxima a transportar vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$$

Dónde:

P = Potencia activa máxima admisible por el cable, en kW.

U = Tensión de línea, en kV,

I = Intensidad máxima admisible del conductor, determinada en el apartado 0, en A.
Ecuación 8

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 20 \cdot 268,18 = 9288,22 \text{ kW}$$

La potencia a transportar deberá ser inferior a la calculada.

1.3. **Caídas de tensión**

La caída de tensión se calculará como:

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + X \cdot \operatorname{tg} \varphi)$$

En valor absoluto

$$U_c(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{90} + X \cdot \operatorname{tg} \varphi) \quad \text{En valor porcentual}$$

Dónde:

P = Potencia a transportar, en kW,

L = longitud de la línea, en km,

U = Tensión nominal de la línea, en kV,

R₉₀ = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km,

X = Reactancia de la línea, en Ω/km.

tg φ = Tangente de fi de la instalación, adim.

Ecuación 9

Al 150 (R₉₀ = 0,264 Ω/km; X = 0,194 Ω/km)

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + X \cdot \operatorname{tg} \varphi) = \frac{9284,83 \cdot 0,008}{20} \cdot (0,264 + 0,194 \cdot 0,75)$$

$$U_c = 1,52 \text{ V}; U_c(\%) = 0,0076 \%$$

La caída de tensión calculada deberá ser inferior al 7 %.

Pérdidas de potencia

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$P_p = \frac{P^2 \cdot L \cdot R_{90}}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \quad \text{En valor absoluto}$$

$$P_p(\%) = \frac{P \cdot L \cdot R_{90}}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \quad \text{En valor porcentual}$$

Dónde:

P = Potencia a transportar, en kW,

L = longitud de la línea, en km,

U = Tensión nominal de la línea, en kV,

R_{90} = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km ,

$\cos \varphi$ = Coseno de φ de la instalación, adim.
Ecuación 10

$$P_p = 711,73 \text{ W}; P_p (\%) = 0,077 \%$$

2. Cálculos del Centro de Transformación Interior Prefabricado de Superficie

2.1. *Cálculo de las Instalaciones de Puesta a Tierra*

2.1.1. *Introducción*

El cálculo de la instalación de puesta a tierra de los CT se realizará según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” elaborado por UNESA.

2.1.2. *Características generales de la instalación*

2.1.2.1. *Puesta a tierra de protección*

Cuando se produce un defecto a tierra en una instalación de MT, se provoca una elevación del potencial en el circuito de puesta a tierra de protección a través del cual circulará la intensidad de defecto. Al disiparse dicha intensidad por la red de tierra aparecen en el terreno gradientes de potencial. En el diseño del sistema de puesta a tierra de protección se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación a 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.

2.1.2.2. *Puesta a tierra de servicio*

El sistema de puesta a tierra de servicio se diseñará bajo la premisa de que su valor sea inferior a 37 Ω . Con esto se consigue que un defecto a tierra en la instalación interior, protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial

de 650 mA de sensibilidad, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a 24 V ($37 \times 0.65 \cong 24$).

2.1.3.Datos iniciales

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

U Tensión de servicio de la red MT (V).

U_{bt} Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT (V).

ρ Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$).

Duración de la falta:

Tipo de relé para desconexión inicial (tiempo Independiente o Dependiente).

I_a' Intensidad de arranque del relé de desconexión inicial (A).

t' Relé de desconexión inicial a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s).

K', n' Relé de desconexión inicial a tiempo dependiente. Constantes del relé que dependen de su curva característica intensidad-tiempo.

Reenganche rápido, no superior a 0'5 seg. Tipo de relé del reenganche (Tiempo Independiente o Dependiente).

I_a'' Intensidad de arranque del relé tras el reenganche rápido (A);

t'' Relé a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s) tras en reenganche rápido.

K'', n'' Relé tiempo dependiente. Constantes del relé.

Para el caso de red con neutro aislado:

C_a Capacidad homopolar de la línea aérea (F/Km). Normalmente se adopta $C_a=0,006 \mu F/Km$.

L_a Longitud total de las líneas aéreas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (Km).

C_c Capacidad homopolar de la línea subterránea (F/Km). Normalmente se adopta $C_c=0,25 \mu\text{F/Km}$.

L_c Longitud total de las líneas subterráneas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (Km).

ω Pulsación de la corriente ($\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314,16 \text{ rad/s}$).

Para el caso de red con neutro a tierra:

R_n Resistencia de la puesta tierra del neutro de la red (Ω).

X_n Reactancia de la puesta tierra del neutro de la red (Ω).

A continuación se detallan los pasos a seguir para el cálculo y diseño de la instalación de tierra.

2.1.4. Cálculo de la puesta a tierra de protección

2.1.4.1. Investigación de las características del terreno. Resistividad.

Para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra menor o igual a 1'5 kA, el apartado 4.1 de la ITC-RAT 13 admite la posibilidad de estimar la resistividad del terreno o medirla.

Para la estimación de la resistividad del terreno es de utilidad la tabla siguiente, en la que se dan valores orientativos de la misma en función de la naturaleza del suelo:

Naturaleza del terreno	Resistividad ($\Omega \cdot \text{m}$)
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100

Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

Tabla 23: Resistividad del terreno

En el caso de que se requiera realizar la medición de la resistividad del terreno, se recomienda utilizar el método de Wenner. Se clavarán en el terreno cuatro picas alineadas a distancias (a) iguales entre sí y simétricas con respecto al punto en el que se desea medir la resistividad (ver figura siguiente). La profundidad de estas picas no es necesario que sea mayor de unos 30 cm.

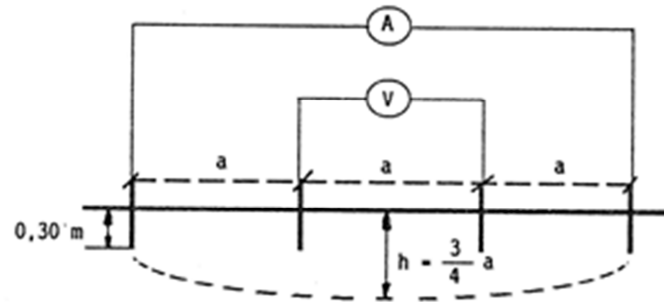


Ilustración 23: Método de Wenner. Medición de la resistividad del terreno

Dada la profundidad máxima a la que se instalará el electrodo de puesta a tierra del CT (h), calcularemos la interdistancia entre picas para realizar la medición mediante la siguiente expresión:

$$a = \frac{4}{3} \cdot h$$

Con el aparato de medida se inyecta una diferencia de potencial (V) entre las dos picas centrales y se mide la intensidad (I) que circula por un cable conductor que une las dos picas extremas. La resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h viene dada por:

$$\rho_h = \frac{2 \cdot \pi \cdot a \cdot U}{I}$$

Si denominamos r a la lectura del aparato:

$$r = \frac{U}{I}$$

la resistividad quedará:

$$\rho_h = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot r$$

siendo:

ρ_h Resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h ($\Omega \cdot m$).

r Lectura del equipo de medida (Ω).

a Interdistancia entre picas en la medida (m).

Ecuación 11

2.1.4.2. Determinación de la intensidad de defecto a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto

2.1.4.2.1. Resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del CT

En caso de producirse un defecto a tierra, la sobretensión originada no debe ser superior al nivel de aislamiento de la instalación de BT del CT, es decir, se debe verificar que:

$$I_d \cdot R_t \leq U_{bt}$$

Por tanto, la resistencia máxima de la puesta a tierra de masas o protección del CT la podemos calcular por la expresión:

$$R_t \leq \frac{U_{bt}}{I_d}$$

2.1.4.2.2. Determinación de la intensidad de defecto

El cálculo de la intensidad de defecto a tierra tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro de la red.

2.1.4.2.2.1. Neutro aislado

La intensidad de defecto a tierra es la capacitiva de la red respecto a tierra, y depende de la longitud y características de las líneas de MT de la subestación que alimenta el CT.

Excepto en aquellos casos en los que el proyectista justifique otros valores, para el cálculo de la corriente máxima de defecto a tierra en una red con neutro aislado, se aplicará la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

en la que:

I_d Intensidad máxima de defecto a tierra del CT (A).

R_t Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT (Ω).

Ecuación 12

El resto de variables tienen la definición y unidades dadas en el apartado 3. Esto mismo es aplicable para el resto de apartados del presente documento.

2.1.4.2.2.2. Neutro a tierra

La intensidad de defecto a tierra, en el caso de redes con el neutro a tierra, es inversamente proporcional a la impedancia del circuito que debe recorrer. Como caso más desfavorable y para simplificar los cálculos, salvo que el proyectista justifique otros aspectos, sólo se considerará la impedancia de la puesta a tierra del neutro de la red de media tensión y la resistencia del electrodo de puesta a tierra. Esto supone estimar nula la impedancia homopolar de las líneas o cables, con lo que se consigue independizar los resultados de las posteriores modificaciones de la red. Este criterio no será de aplicación en los casos de neutro unido rígidamente a tierra, en los que si se considerará dicha impedancia.

Para el cálculo se aplicará, salvo justificación, la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

Donde:

- I_d Intensidad máxima de defecto a tierra del CT (A).
- R_t Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT (Ω).
- R_n Resistencia de la puesta tierra del neutro de la red (Ω).
- X_n Reactancia de la puesta tierra del neutro de la red (Ω).

Ecuación 13

2.1.4.2.2.3. Tiempo de eliminación del defecto

Las líneas de MT que alimentan los CT disponen de los dispositivos necesarios para despejar, en su caso, los posibles defectos a tierra mediante la apertura del interruptor que actúa por la orden transmitida por un relé que controla la intensidad de defecto.

Respecto a los tiempos de actuación de los relés, las variantes normales son las siguientes:

Relés a tiempo independiente:

El tiempo de actuación no depende del valor de la sobreintensidad. Cuando esta supera el valor del arranque, actúa en un tiempo prefijado. En este caso:

$$t' = cte.$$

Relés a tiempo dependiente:

El tiempo de actuación depende inversamente de la sobreintensidad. Algunos de los relés más utilizados responden a la siguiente expresión:

$$t' = \frac{K'}{\left(\frac{I_d'}{I_a'}\right)^{n'} - 1}$$

En la tabla siguiente se dan valores de la constante (K') del relé para los tres tipos de curva (n') más utilizadas:

Normal inversa (n'=0,02)	Muy inversa (n'=1)	Extremadamente inversa (n'=2)
0,014	1,35	8
0,028	2,70	16
0,042	4,05	24
0,056	5,40	32
0,070	6,70	40
0,084	8,10	48
0,098	9,45	56
0,112	10,80	64
0,126	12,15	72
0,140	13,50	80

Tabla 24: Curvas de disparo habituales

En el caso de que exista reenganche rápido (menos de 0'5 segundos), el tiempo de actuación del relé tras el reenganche será:

Relé a tiempo independiente:

$$t'' = cte.$$

Relé a tiempo dependiente:

$$t'' = \frac{K''}{\left(\frac{I_d''}{I_a''}\right)^{n''} - 1}$$

La duración total de la falta será la suma de los tiempos correspondientes a la primera actuación más el de la desconexión posterior al reenganche rápido:

$$t = t' + t''$$

2.1.5. Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra. Selección del electrodo.

La resistencia de tierra del electrodo, que depende de su forma, dimensiones y de la resistividad del suelo, se puede calcular de acuerdo a las fórmulas contenidas en la siguiente tabla, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas:

Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$

Tabla 25: Resistencia electrodos habituales

Siendo:

- R Resistencia de tierra del electrodo en Ω
- ρ Resistividad del terreno de $\Omega \cdot m$.
- L Longitud en metros de la pica o del conductor, y en malla la longitud total de los conductores enterrados.
- r radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.

Ecuación 14

También pueden seleccionarse electrodos de entre las configuraciones tipo de las tablas del *Anexo 2 del Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de UNESA*. Las distintas configuraciones posibles vienen identificadas por un código que contiene la siguiente información:

Electrodos con picas en anillo

A-B / C / DE

- A Dimensión del lado mayor del electrodo (dm).
- B Dimensión del lado menor del electrodo (dm).
- C Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).
- D Número de picas.
- E Longitud de las picas (m).

Ecuación 15

Electrodos con picas alineadas

A / BC

- A Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).
- B Número de picas.
- C Longitud de las picas (m).

Ecuación 16

Para elegir el electrodo adecuado se tendrá en cuenta la forma, dimensiones exteriores de la planta del CT y que el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo (K_r) debe verificar:

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho}$$

Una vez seleccionado el electrodo, obtendremos de las tablas del Anexo 2 del Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de UNESA sus parámetros característicos:

- K_r Valor unitario de la resistencia de puesta a tierra ($\Omega/\Omega \cdot m$)
- K_p Valor unitario que representa la máxima tensión de paso unitaria en la instalación ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)
- K_c Valor unitario que representa la máxima tensión de contacto unitaria en la instalación ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)

Ecuación 17

2.1.6. Cálculo de la resistencia de puesta a tierra, intensidad de defecto y tensiones de paso para el electrodo seleccionado.

A continuación se calculan los valores de la resistencia de puesta a tierra (R_t'), intensidad de defecto (I_d') y tensión de defecto (V_d') del electrodo seleccionado mediante las siguientes expresiones:

Resistencia de puesta a tierra del electrodo seleccionado:

$$R_t' = K_r \cdot \rho$$

Intensidad de defecto a tierra:

$$I_d' = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t')^2}}, \text{ para neutro aislado}$$

$$I_d' = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t')^2 + X_n^2}}, \text{ para neutro a tierra}$$

Tensión de defecto:

$$U_d' = R_t' \cdot I_d'$$

En general, la tensión de paso en el exterior (U_p') y la tensión de contacto (U_c') se calculan mediante las siguientes fórmulas:

Tensión de paso máxima:

$$U_p' = K_p \cdot \rho \cdot I_d'$$

Tensión de contacto máxima:

$$U_c' = K_c \cdot \rho \cdot I_d'$$

Además, al existir un malazo equipotencial en la solera del CT conectado al electrodo de puesta a tierra, la tensión de paso de acceso será equivalente al valor de la tensión de contacto en el exterior, por lo tanto:

Tensión de paso máxima en el acceso:

$$U'_{p(acc)} = K_c \cdot \rho \cdot I'_d$$

Debido a la existencia del mallazo equipotencial, no se considera necesario calcular las tensiones de paso y contacto en el interior del CT, que serán prácticamente nulas.

La tensión de contacto en el exterior también se considera nula puesto que las partes metálicas accesibles no están conectadas a la red de tierra de protección.

2.1.6.1. Agrupación de electrodos en paralelo

Cuando no sea posible alcanzar un valor de resistencia de puesta a tierra adecuado que verifique que las tensiones de paso y contacto sean admisibles utilizando un solo electrodo, se agruparán varios electrodos en paralelo. En este caso se procederá de la siguiente manera:

La resistencia equivalente del electrodo (R'_t) resultante de la agrupación en paralelo de los N electrodos individuales se obtendrá a partir de la resistencia de cada electrodo individual (R'_{ti}) mediante la expresión:

$$R'_t = \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{R'_{ti}}}$$

Si suponemos la resistividad del terreno constante alrededor del CT, la resistencia individual de cada electrodo dependerá de su valor unitario de resistencia (K_{ri}) que será diferente según su configuración geométrica:

$$R'_{ti} = \rho \cdot K_{ri}$$

con lo que resulta:

$$R'_t = \frac{\rho}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{K_{ri}}}$$

Dado que los electrodos se conectan en paralelo, la tensión de defecto será la misma para todos ellos y se calculará como el producto de la resistencia equivalente y la intensidad de defecto total obtenida mediante las expresiones dadas en el apartado anterior según el modo de instalación del neutro de la red (neutro aislado o a tierra):

$$U'_d = R'_t \cdot I'_d$$

La corriente de defecto que atravesará cada uno de los electrodos individuales será inversamente proporcional a su resistencia de puesta a tierra:

$$I'_{di} = \frac{U'_d}{R'_{ti}}$$

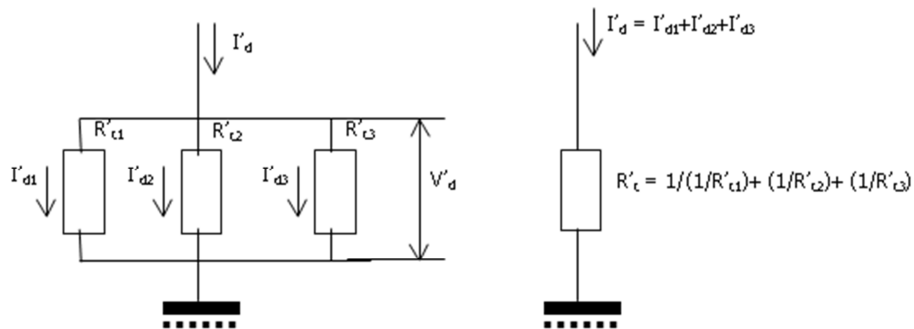


Ilustración 24: Circuito equivalente. Agrupación de electrodos en paralelo.

La tensión de paso en la superficie sobre cada electrodo puede considerarse, con suficiente aproximación, igual a la calculada a partir de su valor unitario de tensión de paso exterior (K_{pi}) y de la intensidad de defecto que lo atraviesa (I'_{di}):

$$U'_{pi} = K_{pi} \cdot \rho \cdot I'_{di}$$

Se adoptará como tensión de paso de cálculo (U'_p) el máximo de los valores de las tensiones de paso para cada electrodo individual:

$$U'_p = \max(U'_{pi})$$

De manera análoga calcularemos la tensión de paso en el acceso ($U_{p(acc)}'$) como:

$$U'_{p(acc)i} = K_{ci} \cdot \rho \cdot I'_{di}$$

$$U'_{p(acc)} = \max(U'_{p(acc)i})$$

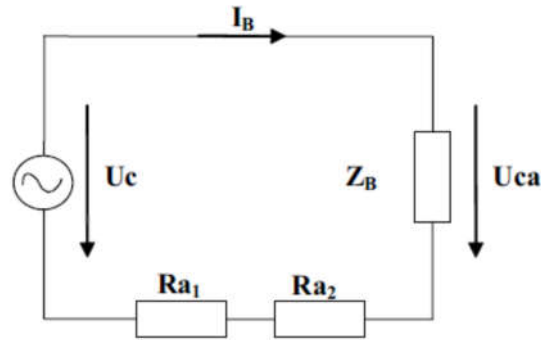
2.1.7. Valores máximos de tensión admisibles

De acuerdo a lo establecido en la ITC-RAT-13, la tensión máxima admisible por el cuerpo humano depende de la duración de la corriente de falta (calculada en el apartado 4.2.2), según se refleja en la siguiente tabla:

Duración de la falta t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible U_{ca} (V)
0,05	735
0,1	633
0,2	528
0,3	420
0,4	310
0,5	204
1	107
2	90
5	81
10	80
>10	50

Tabla 26: Tensión de contacto aplicada admisible, Tabla 18 ITC-LAT 07

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, U_c y U_p , considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:



Donde:

- U_{ca} Tensión de contacto aplicada admisible
- U_{pa} Tensión de paso aplicada admisible ($U_{pa}=10 \cdot U_{ca}$ según ICT-RAT-13)
- Z_B Impedancia del cuerpo humano (se considera 1.000Ω)
- I_B Corriente a través del cuerpo
- U_c Tensión de contacto máxima admisible en la instalación
- U_p Tensión de paso máxima admisible en la instalación
- R_{a1} Resistencia adicionales (calzado)
- R_{a2} Resistencias adicionales (contacto con el suelo)

Ecuación 18

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, U_c y U_p , considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2Z_B} \right] = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \cdot \rho_s}{1000} \right]$$

$$U_p = U_{pa} \cdot \left[1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000} \right]$$

Que responde al siguiente planteamiento:

- Se supone que la resistencia del cuerpo humano es de 1.000Ω
- Se asimila cada pie a un electrodo en forma de placa de 200 mm^2 de superficie, ejerciendo sobre el suelo una fuerza mínima de 250 N , lo que representa una resistencia de contacto con el suelo de $3 \cdot \rho_s$, donde ρ_s es la resistividad del terreno.
- Según cada caso, R_{a1} es la resistencia del calzado, la resistencia de superficies de material aislante, etc. El Reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión permite utilizar valores de 2.000Ω para esta resistencia.

Para los casos en los que el terreno se recubre de una capa adicional de elevada resistividad (por ejemplo, la losa de hormigón con o sin una capa adicional de emulsión asfáltica), se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor. El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$C_s = 1 - 0.106 \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_*}}{2h_s + 0.106} \right)$$

Siendo:

C_s	coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial
h_s	espesor de la capa superficial
ρ	resistividad del terreno natural
ρ_*	resistividad de la capa superficial

Ecuación 19

2.1.8. Comprobación de que con el electrodo seleccionado se satisfacen las condiciones exigidas

2.1.8.1. Seguridad para las personas

2.1.8.1.1. Tensiones de paso y contacto en el interior del CT

La solera del CT estará dotada del correspondiente mallazo equipotencial, por tanto no existirá riesgo por tensiones de paso o contacto en el interior, ya que serán prácticamente nulas.

2.1.8.1.2. Tensión de contacto en el exterior del CT

Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del CT no tienen contacto eléctrico con ningún elemento susceptible de quedar en tensión como consecuencia de un defecto a tierra, por lo que no es necesario realizar el cálculo de la tensión de contacto exterior que será prácticamente nula.

2.1.8.1.3. Tensión de paso en exterior y de paso en el acceso al CT

La tensión de paso en el exterior del CT, calculada para el electrodo seleccionado, debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso:

$$U_p' \leq U_p$$

De igual modo, la tensión de paso en el acceso al CT para el electrodo seleccionado, debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso en el acceso:

$$U_{p(acc)}' \leq U_{p(acc)}$$

2.1.8.2. Protección del material

La tensión de defecto debe ser menor o igual que el nivel de aislamiento a frecuencia industrial de los equipos de BT del CT:

$$U_d' \leq U_{bt}$$

2.1.8.3. Garantía de eliminación de la falta

La intensidad de arranque de las protecciones tendrá que ser superior a la intensidad de defecto:

$$I_d' > I_a' \text{ y } I_d' > I_a''$$

2.1.9. Corrección y ajuste del diseño inicial

En el caso de que con el electrodo seleccionado se incumpla alguna de las condiciones indicadas en el apartado anterior, deberemos escoger otra configuración de electrodo y repetir todo el proceso.

Aumentando la longitud total de electrodo horizontal, el número de picas o su longitud, disminuirá R_t' , y en consecuencia los valores de U_p' y $U_{p(acc)}'$.

Cálculo de la puesta a tierra de servicio

Como ya se ha indicado anteriormente, para garantizar la actuación de las protecciones diferenciales de las instalaciones de BT de los clientes, se adopta un valor máximo de la resistencia de puesta a tierra de servicio de 37Ω .

Por lo tanto, podemos calcular el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT como:

$$K_r' = \frac{37}{\rho}$$

Se seleccionará la configuración del electrodo de entre los del tipo picas en hilera (*Anexo 2 del Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de UNESA*) de manera que su valor unitario de resistencia (K_r'') cumpla la condición:

$$K_r'' \leq K_r'$$

De esta forma se cumplirá que el valor de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT (R_{bt}') es menor de 37Ω :

$$R_{bt}' = K_r'' \cdot \rho \leq 37 \Omega$$

2.2. Separación entre los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio

La separación mínima (D) entre los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio requerida para garantizar que, ante posibles defectos a tierra, no se transfieran tensiones peligrosas se calcula mediante la fórmula:

$$D > \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot U_i} \approx \frac{\rho \cdot I_d}{6.283}$$

siendo:

D Distancia entre circuitos de puesta a tierra (m)

ρ Resistividad media del terreno ($\Omega \cdot m$)

I_d Intensidad de defecto (A)

U_i Tensión inducida sobre el electrodo de puesta a tierra de servicio (V). Se adopta $U_i = 1000$

Ecuación 20

2.3. Sistema único para las puestas a tierra de protección y servicio

Si se cumple que la elevación de potencias, como consecuencia de un eventual defecto a tierra de las instalaciones de MT del CT, es inferior o igual a 1.000 V, se podrá prescindir de la tierra de servicio y conectar el neutro de la baja tensión del transformador a la tierra de protección del CT.

$$R \cdot I_d \leq 1.000V \rightarrow \text{tierra única}$$

siendo:

R Resistencia de puesta a tierra de protección (Ω)

I_d Intensidad de defecto (A)

Ecuación 21

2.4. Resumen cálculos

2.4.1. Tierra de servicio

El sistema de puesta a tierra del neutro del transformador, tendrá la siguiente disposición:

- Tres picas de acero cobreado de ϕ 14 mm y 2.000 mm de longitud, separadas entre sí 3 m y línea de enlace aislada de 50 mm² de sección en cobre, y enterradas a una profundidad mínima de 0,5 m.

Según la configuración tipo de electrodos de tierra escogido, el Método de Cálculo para P.A.T. en C.T. de UNESA, nos proporciona la constante unitaria K_r para el cálculo de la resistencia a tierra:

- Configuración seleccionada: 5/32.
- Picas en hilera.
- Sección conductor: 50 mm²
- Diámetro picas: 14 mm.
- Longitud de la pica: 2 m.
- Separación entre picas: 3 m.
- Profundidad: 0,5 m.
- Nº picas: 3

Para estos datos $K_r = 0,135$

2.4.2. Tierra de protección

Los datos suministrados por Endesa Distribución Eléctrica S.L, sobre defectos a tierra, son los siguientes:

- Intensidad máxima de defecto a tierra: **300 A**
- Tiempo máximo de desconexión: **1s**

Para el tipo de terreno donde se va a realizar la instalación de puesta a tierra, se ha estimado una resistividad del terreno de **300 $\Omega \times m$** ; según ITC MIE RAT 13 apartado 4.1.

Al estar construido el pavimento del C.S. con una losa de hormigón, la resistividad del pavimento será: **$\rho_s = 3.000 \Omega \times m$** .

Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión: **VBT = 10000 V**.

Tensión de servicio: **V=20.000 V**

La configuración elegida para las tierras es la siguiente:

- Configuración seleccionada: 70-40/8/82.
- Geometría: Picas en Rectangulo.
- Sección conductor: 50 mm².

- Diámetro picas: 14 mm.
- Longitud de la pica: 2 m.
- Profundidad: 0,8 m mínimo.
- Nº de picas: 8

		Hoja de cálculo para la aplicación del método UNESA en el diseño de instalaciones de puesta a tierra, en Centros de Transformación de tercera categoría, con el neutro conectado a Tierra																																																																																																															
Características del terreno																																																																																																																	
Resistividad del terreno		300	Ohmios.m																																																																																																														
Tabla 1 de la instrucción MIE-RAT 13		Tipo de Terreno = Suelo pedregoso cubierto de césped																																																																																																															
Resistividad del terreno: Mínima =		300	Ohmios.m																																																																																																														
Máxima =		500	Ohmios.m																																																																																																														
Parametros de la red																																																																																																																	
Tensión U =		20	kV																																																																																																														
Neutro puesto a tierra Rn =		10	Ohmios																																																																																																														
Xn =		72	Ohmios																																																																																																														
Tiempo de eliminación del defecto, t =		1	s																																																																																																														
Intensidad de defecto máxima, Idm =		300	A																																																																																																														
Nivel de aislamiento B.T. , Vbt =		10	kV																																																																																																														
Cálculos																																																																																																																	
Condiciones de Máxima resistencia e intensidad de defecto		$Id \cdot Rt \leq Vbt$ $Id = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(Rn + Rt)^2 + Xn^2}}$																																																																																																															
Rt máxima =		159,43	Ohmios																																																																																																														
Id (Rt máxima) =		62,72	A																																																																																																														
Máxima Tensión aplicable al cuerpo humano, Vca = K/(t ^{0.5} ·n) =		78,50	V																																																																																																														
Máxima tensión de paso admisible, Vp =		2198,00	V																																																																																																														
Máxima tensión de contacto admisible, Vc =		113,83	V																																																																																																														
Máxima tensión de paso an el acceso al CT, Vpacc =		8556,50	V																																																																																																														
Resistencia a tierra deseada; Rt																																																																																																																	
Rt =		20	Ohmios																																																																																																														
Kr =		0.06667	Factor que deberá cumplir el electrodo																																																																																																														
Resultados		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Rt</th> <th>Id (A)</th> <th>Kp</th> <th>Vp (V)</th> <th>Kc</th> <th>Vc (V)</th> <th>Tierra única</th> <th>Tierra separada</th> </tr> <tr> <th>ELECTRODO</th> <th>Código</th> <th>Kr</th> <th>(ohmios)</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>Rt x Id <= 1000</th> <th>D (m) >=</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bucle rectang. de cable desnudo</td> <td>ERROR</td> <td>0,00000</td> <td>#####</td> <td>0,00000</td> <td>#####</td> <td>0,00000</td> <td>#####</td> <td>#####</td> <td>#####</td> </tr> <tr> <td>Picas de 2 m en Rectangulo</td> <td>70-40/8/82</td> <td>0,06600</td> <td>19,8</td> <td>0,01010</td> <td>449,00 OK</td> <td>0,02940</td> <td>1306,99 NO</td> <td>2934 NO</td> <td>7,08</td> </tr> <tr> <td>Picas de 4 m en Rectangulo</td> <td>70-35/5/44</td> <td>0,06600</td> <td>19,8</td> <td>0,01380</td> <td>613,48 OK</td> <td>0,02790</td> <td>1240,30 NO</td> <td>2934 NO</td> <td>7,08</td> </tr> <tr> <td>Picas de 6 m en Rectangulo</td> <td>50-25/5/46</td> <td>0,06600</td> <td>19,8</td> <td>0,01380</td> <td>613,48 OK</td> <td>0,02620</td> <td>1164,73 NO</td> <td>2934 NO</td> <td>7,08</td> </tr> <tr> <td>Picas de 8 m en Rectangulo</td> <td>20-20/8/48</td> <td>0,06600</td> <td>19,8</td> <td>0,01020</td> <td>453,44 OK</td> <td>0,02640</td> <td>1173,62 NO</td> <td>2934 NO</td> <td>7,08</td> </tr> <tr> <td>Picas de 2 m Alineadas</td> <td>5/82</td> <td>0,05720</td> <td>17,2</td> <td>0,00345</td> <td>155,31 OK</td> <td></td> <td></td> <td>2575 NO</td> <td>7,16</td> </tr> <tr> <td>Picas de 4 m Alineadas</td> <td>5/44</td> <td>0,05720</td> <td>17,2</td> <td>0,00919</td> <td>413,70 OK</td> <td></td> <td></td> <td>2575 NO</td> <td>7,16</td> </tr> <tr> <td>Picas de 6 m Alineadas</td> <td>5/36</td> <td>0,05280</td> <td>15,8</td> <td>0,00853</td> <td>386,28 OK</td> <td></td> <td></td> <td>2391 NO</td> <td>7,21</td> </tr> <tr> <td>Picas de 8 m Alineadas</td> <td>5/28</td> <td>0,06270</td> <td>18,8</td> <td>0,01070</td> <td>477,96 OK</td> <td></td> <td></td> <td>2801 NO</td> <td>7,11</td> </tr> </tbody> </table>				Rt	Id (A)	Kp	Vp (V)	Kc	Vc (V)	Tierra única	Tierra separada	ELECTRODO	Código	Kr	(ohmios)					Rt x Id <= 1000	D (m) >=	Bucle rectang. de cable desnudo	ERROR	0,00000	#####	0,00000	#####	0,00000	#####	#####	#####	Picas de 2 m en Rectangulo	70-40/8/82	0,06600	19,8	0,01010	449,00 OK	0,02940	1306,99 NO	2934 NO	7,08	Picas de 4 m en Rectangulo	70-35/5/44	0,06600	19,8	0,01380	613,48 OK	0,02790	1240,30 NO	2934 NO	7,08	Picas de 6 m en Rectangulo	50-25/5/46	0,06600	19,8	0,01380	613,48 OK	0,02620	1164,73 NO	2934 NO	7,08	Picas de 8 m en Rectangulo	20-20/8/48	0,06600	19,8	0,01020	453,44 OK	0,02640	1173,62 NO	2934 NO	7,08	Picas de 2 m Alineadas	5/82	0,05720	17,2	0,00345	155,31 OK			2575 NO	7,16	Picas de 4 m Alineadas	5/44	0,05720	17,2	0,00919	413,70 OK			2575 NO	7,16	Picas de 6 m Alineadas	5/36	0,05280	15,8	0,00853	386,28 OK			2391 NO	7,21	Picas de 8 m Alineadas	5/28	0,06270	18,8	0,01070	477,96 OK			2801 NO	7,11
		Rt	Id (A)	Kp	Vp (V)	Kc	Vc (V)	Tierra única	Tierra separada																																																																																																								
ELECTRODO	Código	Kr	(ohmios)					Rt x Id <= 1000	D (m) >=																																																																																																								
Bucle rectang. de cable desnudo	ERROR	0,00000	#####	0,00000	#####	0,00000	#####	#####	#####																																																																																																								
Picas de 2 m en Rectangulo	70-40/8/82	0,06600	19,8	0,01010	449,00 OK	0,02940	1306,99 NO	2934 NO	7,08																																																																																																								
Picas de 4 m en Rectangulo	70-35/5/44	0,06600	19,8	0,01380	613,48 OK	0,02790	1240,30 NO	2934 NO	7,08																																																																																																								
Picas de 6 m en Rectangulo	50-25/5/46	0,06600	19,8	0,01380	613,48 OK	0,02620	1164,73 NO	2934 NO	7,08																																																																																																								
Picas de 8 m en Rectangulo	20-20/8/48	0,06600	19,8	0,01020	453,44 OK	0,02640	1173,62 NO	2934 NO	7,08																																																																																																								
Picas de 2 m Alineadas	5/82	0,05720	17,2	0,00345	155,31 OK			2575 NO	7,16																																																																																																								
Picas de 4 m Alineadas	5/44	0,05720	17,2	0,00919	413,70 OK			2575 NO	7,16																																																																																																								
Picas de 6 m Alineadas	5/36	0,05280	15,8	0,00853	386,28 OK			2391 NO	7,21																																																																																																								
Picas de 8 m Alineadas	5/28	0,06270	18,8	0,01070	477,96 OK			2801 NO	7,11																																																																																																								

Tabla 27 : Resumen de cálculos

3. Cálculos eléctricos de los puentes de MT y BT

3.1. Introducción

En el presente apartado se pretende justificar que las secciones propuestas para los puentes tanto de alta como de baja tensión indicados en la memoria resultan adecuadas, para lo cual se deberá cumplir, en el caso de funcionamiento a plena potencia del transformador, que la intensidad que circule por los mismos sea inferior a la intensidad térmica admisible del conductor.

3.2. Intensidad en MT.

La intensidad del primario en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

siendo:

S Potencia del transformador en kVA.

U_p Tensión del primario del transformador (MT) en kV.

I_p Intensidad del secundario del transformador (MT) en A.

Ecuación 22

En la siguiente tabla se dan los valores calculados para los casos más habituales de potencia del transformador y tensión del primario.

Potencia del transformador (kVA)	Tensión nominal primario (kV)						
	10	11	13,2	15	17	20	25
160	9,24	8,40	7,00	6,16	5,43	4,62	3,70
250	14,43	13,12	10,93	9,62	8,49	7,22	5,77
400	23,09	20,99	17,50	15,40	13,58	11,55	9,24
630	36,37	33,07	27,56	24,25	21,40	18,19	14,55
1000	57,74	52,49	43,74	38,49	33,96	28,87	23,09

Tabla 28: Tensión nominal del primario

3.3. Dimensionado de las conexiones MT

Los conductores empleados en la conexión de MT entre el transformador y las celdas cumplirán las especificaciones de la Norma GSC001 “TECHNICAL SPECIFICATION OF MEDIUM VOLTAGE CABLES WITH RATED VOLTAGE $U_0/U_c(U_m)$ 8,7/15(17,5) kV, 12/20(24) kV, 15/25(31) kV, 18/30(36) kV AND 20/34,5(37,95) kV” :

- Tensión nominal de la red ≤ 20 kV: tensión de aislamiento 12/20 kV y de 95 mm² de sección mínima.
- Tensión nominal de la red > 20 kV y ≤ 30 kV: tensión de aislamiento 18/30 kV y de 150 mm² de sección mínima.

Las intensidades máximas admisibles de las secciones indicadas en dicho apartado son las que figuran en la siguiente tabla. Se han tomado de la ITC-LAT-06 Tablas 6 y 13, para la temperatura máxima admisible de los conductores y condiciones del tipo de instalación allí establecidas.

Sección nominal de los conductores mm ²	Instalación al aire	Instalación directamente enterrada
	Cable aislado con XLPE	Cable aislado con XLPE
95 150	255 335	205 260
Temperatura máxima en el conductor: 90° C	- Temperatura del aire: 40° C - Una terna de cables unipolares en contacto mutuo. - Disposición que permita una eficaz renovación del aire.	- Temperatura del terreno: 25° C - 3 cables unipolares en tresbolillo - Profundidad de instalación: 1 m - Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W - Temperatura aire ambiente: 40°C

Tabla 29: Intensidades máximas admisibles

La intensidad máxima en régimen permanente que circulará por estos cables no será superior a 58 A según los cálculos que figuran anteriormente, siendo dichos valores muy inferiores a las máximas admisibles por los cables seleccionados (255 A y 335 A respectivamente), en consecuencia no se tendrá en cuenta el calentamiento en condiciones normales de funcionamiento.

3.4. *Intensidad en BT*

La intensidad máxima (nominal) que circula por los puentes de BT se puede calcular mediante la fórmula:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

siendo:

S Potencia nominal del transformador (kVA).

Us Tensión del primario del transformador (BT) en kV.

Is Intensidad del secundario del transformador (BT) en A.

Ecuación 23

En la siguiente tabla se dan los valores calculados para los casos más habituales de potencia del transformador y tensión del secundario.

Tensión nominal del secundario (kV)	Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del secundario (A)
B1 – 0,23	50	94 (*)
	100	188 (*)
	160	301 (*)
	250	471 (*)
	400	753 (*)
	630	1.186 (*)
B2 – 0,40	50	72
	100	144
	160	231
	250	361
	400	578
	630	910
	1000	1.443

(*) En transformadores clase B1B2 se ha considerado un 75% de la potencia nominal para el nivel de tensión B1 (230 V).

3.5. *Dimensionado de las conexiones BT*

3.5.1. *Máxima Intensidad*

Según la Tabla 11 de la ITC-BT-07 para conductores de 240 mm² y 150 mm² de aluminio con aislamiento XLPE, la intensidad máxima admisible ($I_{m\acute{a}x}$) es de 420 A y 300 respectivamente.

El cálculo de las conexiones de BT se realiza partir de la máxima corriente admisible por los conductores aplicando los siguientes factores correctores debidos a las condiciones particulares de instalación (instalación al aire, apartado 3.1.4 de la ITC-BT-07):

Temperatura del aire circundante superior a 40°C. Consideraremos una temperatura de 50° C, para la que el factor de corrección a aplicar resulta ser $f_1 = 0,90$ (Tabla 13).

Potencia del trafo (kVA)	Tensión del secundario				
	B 2 (4 0 0 V)				
	Composición del puente (fases) (mm ² Al)+neutro	I_n (A) por fase	$I_{m\acute{a}x}$ (A) por fase	f_1	I_{adm} (A) $I_{adm} = f_1 \cdot I_{m\acute{a}x}$
50	3 x 1 x 150+1x150	72	300	0,9	270
100	3 x 1 x 150+1x150	144	300	0,9	270
160	3 x 1 x 150+1x150	231	300	0,9	270
250	3 x 1 x 240+1x240	361	420	0,9	378
400	3 x 2 x 240+1x240	289	420	0,9	756
630	3 x 3 x 240+2x240	303	420	0,9	1.134
1000	3 x 4 x 240+2x240	481	420	0,9	1.512

Potencia del trafo (kVA)	Tensión del secundario				
	B 1 (230 V)				
	Composición del puente (fases) (mm ² Al)+neutro	I _n (A)	I _{máx} (A)	f ₁	I _{adm} (A) $I_{adm} = f_1 \cdot I_{máx}$
50	3 x 1 x 150+1x150	94	300	0,9	270
100	3 x 1 x 150+1x150	188	300	0,9	270
160	3 x 1 x 240+1x240	301	420	0,9	378
250	3 x 2 x 240+1x240	471	420	0,9	756
400	3 x 3 x 240+2x240	753	420	0,9	1.134
630	3 x 4 x 240+2x240	1.186	420	0,9	1.512

Se cumple que la intensidad admisible es superior a la máxima o nominal, por lo que se concluye que el puente está adecuadamente dimensionado.

4. Cálculos eléctricos de la instalación de enlace

4.1. Características de la energía

La corriente será suministrada por la Compañía Endesa Distribución Eléctrica S.L.U. procedente de la línea aérea de baja tensión concedida como punto de conexión.

Las características son:

Tensión nominal	400 V
C.d.t. max. (%)	0,5% desde el origen al final de la red
Cos Φ	0,8
Coef. Simultaneidad	1
Frecuencia	50 Hz

Clase de corriente

Alternativa trifásica con neutro

4.2. Criterio de caída de tensión:

Comenzando con la caída de tensión que no puede ser superior al 5%, y dado que la alimentación es a 400V, no podrá ser superior a 5% de 400V = 20V

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos j \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \sin j / 1000 \times U \times n \times R \times \cos j) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

$\cos j$ = Coseno de ϕ . Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en mW/m.

Ecuación 24

4.2.1.Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/r; \quad r = r_{20}[1+a(T-20)] \quad T = T_0 + [(T_{\max}-T_0)(I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

r = Resistividad del conductor a la temperatura T .

r_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$Cu = 0.018$

$Al = 0.029$

a = Coeficiente de temperatura:

$Cu = 0.00392$

$Al = 0.00403$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Ecuación 25

Cálculo de la acometida:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Longitud: 635 m; $\cos(\varnothing) = 1$; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Intensidad Máxima: 250 A

Se eligen conductores **RV 0,6/1 KV 3x150/95 Al**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RZ-Al

I.ad. a 25°C (Fc=1) 305 A. según ITC-BT-06

5. Cálculos de las instalaciones interiores

5.1. Formulas.

Para el cálculo de la instalación eléctrica interior hemos utilizado las siguientes fórmulas.

5.1.1. Sistema monofásico.

Cálculo de intensidades:

$$I = \frac{P_c}{U} = \text{Amperios}(A)$$

Ecuación 26

Cálculo de caídas de tensión:

$$e = \left(\frac{2 \cdot L \cdot P_c}{\sigma \cdot U \cdot n \cdot s \cdot \eta} \right) + \left(\frac{2 \cdot L \cdot P_c \cdot X_u \cdot \text{Sen}\varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot \eta \cdot \text{Cos}\varphi} \right) = \text{Voltios}(V)$$

Ecuación 27

Como consideramos la reactancia X_u despreciable

$$e = \left(\frac{2 \cdot L \cdot P_c}{\sigma \cdot U \cdot n \cdot s \cdot \eta} \right) = \text{Voltios}(V)$$

Ecuación 28

5.1.2. Sistema trifásico.

Cálculo de intensidades:

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \text{Cos}\varphi \cdot \eta}$$

Ecuación 29

Cálculo de caídas de tensión:

$$e = \left(\frac{L \cdot P_c}{\sigma \cdot U \cdot n \cdot s \cdot \eta} \right) + \left(\frac{L \cdot P_c \cdot X_u \cdot \text{Sen}\varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot \eta \cdot \text{Cos}\varphi} \right) = \text{Voltios}(V)$$

Ecuación 30

Como consideramos la reactancia X_u despreciable

$$e = \left(\frac{L \cdot P_c}{\sigma \cdot U \cdot n \cdot s \cdot \eta} \right) = \text{Voltios}(V)$$

Ecuación 31

Potencia Máxima Admisible.

Por Intensidad Máxima admisible del cable.

$$P_{\max(I_{\max})} = I_{\max} \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi = \text{Vatios (W)}$$

Ecuación 32

Por caída de tensión maxima.

$$P_{\max(CDT)} = \frac{\Delta U_{\max}(\%) \cdot U^2 \cdot K \cdot S}{L \cdot 100} = \text{Vatios (W)}$$

Ecuación 33

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Vatios.

L = Longitud de Cálculo en Metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

ρ = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm^2 .

$\text{Cos } \varphi$ = Coseno de φ . Factor de potencia.

η = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en $m\Omega/m$.

P_{MAX} = Potencia Máxima admisible en Vatios.

I_{MAX} = Intensidad Máxima admisible por el cables en Amperios.

$\Delta U_{MAX}(\%)$ = Máxima Caída de Tensión en %.

K = Conductibilidad del cable (56 Cu, 35Al)

5.1.3.Fórmula conductividad eléctrica.

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$
$$\rho = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 20)]$$
$$T = T_0 + [(T_{max} - T_0) \cdot (I/I_{max})^2]$$

Ecuación 34

Siendo,

σ = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

Cu = 0.018

Al = 0.029

α = Coeficiente de temperatura:

Cu = 0.00392

Al = 0.00403

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\max}$ = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

5.1.4.Fórmulas sobrecargas.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Ecuación 35

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 I_n$).

5.1.5.Fórmulas cortocircuito.

$$*I_{pccl} = C_t U / \sqrt{3} Z_t$$

Ecuación 36

Siendo,

I_{pccl} : intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

C_t : Coeficiente de tensión.

U : Tensión trifásica en V.

Z_t : Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de cortocircuito (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$*I_{pccF} = C \cdot U_F / 2 Z_t$$

Ecuación 37

Siendo,

I_{pccF} : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

C_t : Coeficiente de tensión.

U_F : Tensión monofásica en V.

Z_t : Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

*La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Ecuación 38

Siendo,

R_t : $R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

X_t : $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$R = L \cdot 1000 \cdot CR / K \cdot S \cdot n$ (mohm)

$X = X_u \cdot L / n$ (mohm)

R : Resistencia de la línea en mohm.

X : Reactancia de la línea en mohm.

L : Longitud de la línea en m.

CR : Coeficiente de resistividad.

K : Conductividad del metal.

S : Sección de la línea en mm².

X_u : Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n : nº de conductores por fase.

5.1.6.Fórmulas resistencia tierra.

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Ecuación 39

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm•m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Ecuación 40

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm•m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Ecuación 41

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm•m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = \frac{1}{\left(\frac{L_c}{2 \cdot \rho} + \frac{L_p}{\rho} + \frac{P}{0.8 \cdot \rho} \right)} = \Omega \text{ Ohmios}$$

Ecuación 42

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm•m)

Lc: Longitud total del conductor (m)

Lp: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

5.2. Demanda de potencias.

5.2.1.Planta Baja

Línea	Cuadro	Descripción	Potencia cargas (W)
C1	TS1	alumbrado	160
C2	TS1	alumbrado	190
C3	TS1	alumbrado	190
C4	TS1	alumbrado	48
C5	TS1	alumbrado	240
C6	TS1	alumbrado	160
C7	TS1	alumbrado	272
C8	TS1	alumbrado	160
C9	TS2	alumbrado	240
C10	TS2	alumbrado	352
C11	TS2	alumbrado	352
C12	TS2	alumbrado	352
C13	TS2	alumbrado	352
C14	TS2	alumbrado	352
C15	TS2	alumbrado	416
C16	TS3	alumbrado	768
C17	TS3	alumbrado	280
C18	TS3	alumbrado	300
C19	TS4	alumbrado	220
C20	TS4	alumbrado	300
C21	TS6	alumbrado	480

C22	TS6	alumbrado	60
C23	TS6	alumbrado	364
C24	TS6	alumbrado	260
C25	TS7	alumbrado	442
C26	TS8	alumbrado	442
C27	TS8	alumbrado	312
C28	TS7	alumbrado	1680
C29	TS7	alumbrado	2520
C30	TS9	alumbrado	2520
C31	TS9	alumbrado	1680
C32	TS9	alumbrado	1680
C33	TS9	alumbrado	2520
C34	TS10	alumbrado	160
C35	TS9	alumbrado	2520
C36	TS4	fuerza	4500
C37	TS6	fuerza	3000
C38	TS8	fuerza	3000
C39	TS7	fuerza	3000
C40	TS8	fuerza	3500
C41	TS2	fuerza	3000
C42	TS1	fuerza	3000
C43	TS1	fuerza	1000
C44	TS1	fuerza	2500
C45	TS1	fuerza	2500
C46	TS10	fuerza	2500
C47	TS5	alumbrado	160
C48	TS8	fuerza	1500
C49	TS8	fuerza	1500
C50	TS11	fuerza	4500
C51	TS12	fuerza	5000
C52	TS4	fuerza	2000
C53	TS5	fuerza	1000
C54	TS3	fuerza	4500

5.2.2.Planta Tipo

Línea	Cuadro	Descripción	Potencia cargas (W)
C1	TS3P	alumbrado	231
C2	TS3P	alumbrado	231
C3	TS3P	alumbrado	231
C4	TS3P	alumbrado	231
C5	TS3P	alumbrado	231
C6	TS3P	alumbrado	231
C7	TS3P	alumbrado	231
C8	TS3P	alumbrado	231
C9	TS3P	alumbrado	231
C10	TS3P	alumbrado	231
C11	TS3P	alumbrado	231
C12	TS3P	alumbrado	231
C13	TS3P	alumbrado	231
C14	TS3P	alumbrado	231
C15	TS3P	alumbrado	231
C16	TS3P	alumbrado	231
C17	TS3P	alumbrado	231
C18	TS3P	alumbrado	231
C19	TS3P	alumbrado	231
C20	TS3P	alumbrado	231
C21	TS3P	alumbrado	231
C22	TS3P	alumbrado	231
C23	TS3P	alumbrado	231
C24	TS3P	alumbrado	231
C25	TS3P	alumbrado	231
C26	TS3P	alumbrado	231
C27	TS3P	alumbrado	231
C28	TS3P	alumbrado	231
C29	TS3P	fuerza	231
C30	TS3P	fuerza	231
C31	TS3P	fuerza	231
C32	TS3P	fuerza	231
C33	TS3P	fuerza	231
C34	TS3P	fuerza	231
C35	TS3P	fuerza	231
C36	TS3P	fuerza	231
C37	TS3P	fuerza	231
C38	TS3P	fuerza	231
C39	TS3P	fuerza	231
C40	TS3P	fuerza	231

C41	TS3P	fuerza	231
C42	TS3P	fuerza	231
C43	TS3P	fuerza	231
C44	TS3P	fuerza	231
C45	TS3P	fuerza	231
C46	TS3P	fuerza	231
C47	TS3P	fuerza	231
C48	TS3P	fuerza	231
C49	TS3P	fuerza	231
C50	TS3P	fuerza	231
C51	TS3P	fuerza	231
C52	TS3P	fuerza	231
C53	TS3P	fuerza	231

5.3. *Cálculos de las líneas*

5.3.1.Planta baja

línea	tension	conductore	aislamie	factore	long	potencia carg	potencia ar	pot tot	fp	lb	Seccion Iz	In	CP?	seccion C	seccion N	cdt REB	cdt linea (V)	cdt anterio	cdt total	%cdt	R linea 20º	R anterior	R acumulado X	X anterior	X acumulado	lcc max	lcc min	Curva	la	PC	Diferencia		
Acometida	400 3x	XLPE,EPF	1,5625	120	0	321844	321844	0,9	224,292	150	278	250 No				150	0,5	0,045380004	0	0,04538	0,011345	0,02256	0,00511457	0,02767457	0,0096	0,0206677	0,0302677	10859,63	5637,661	C	2500	20000	—
TSPB	400 3x	XLPE,EPF	1,25	25	0	75004	75004	0,9	167,264	150	278	250 No				150	0,5	0,001328196	0	0,0013282	0,000332	0,0047	0,02767457	0,03237457	0,002	0,0302677	0,0322677	8635,326	5058,383	C	2500	16000	—
TS1P	400 3x	XLPE,EPF	1,25	12	82280	0	82280	0,9	183,49	150	278	250 No				150	0,5	0,00069938	0	0,0006994	0,0001748	0,002256	0,02767457	0,02993057	0,00096	0,0302677	0,0312277	8635,326	5345,349	C	2500	16000	—
TS2P	400 3x	XLPE,EPF	1,25	17	82280	0	82280	0,9	183,49	150	278	250 No				150	0,5	0,000990788	0	0,0009908	0,0002477	0,003196	0,02767457	0,03087057	0,00136	0,0302677	0,0316277	8635,326	5231,534	C	2500	16000	—
TS3P	400 3x	XLPE,EPF	1,25	25	82280	0	82280	0,9	183,49	150	278	250 No				150	0,5	0,001457042	0	0,001457	0,0003643	0,0047	0,02767457	0,03237457	0,002	0,0302677	0,0322677	8635,326	5058,383	C	2500	16000	—
TS1	400 3x	XLPE,EPF	1,25	3	0	10420	10420	0,8	29,4098	6	37	32 No				6	0,5	0,000553563	0	0,0005536	0,0001384	0,0141	0,03237457	0,04647457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	4086,627	C	320	10000	—
TS2	400 3x	XLPE,EPF	1,25	30	0	5416	5416	0,8	15,2863	6	37	32 No				6	0,5	0,00287725	0	0,0028773	0,0007193	0,141	0,03237457	0,17337457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	1311,095	C	320	10000	—
TS3	400 3x	XLPE,EPF	1,25	47	0	5848	5848	0,8	16,5056	6	37	32 No				6	0,5	0,004867242	0	0,0048672	0,0012168	0,2209	0,03237457	0,25327457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	905,5783	C	320	10000	—
TS4	400 3x	XLPE,EPF	1,25	43	0	7020	7020	0,8	19,8135	6	37	32 No				6	0,5	0,005345438	0	0,0053454	0,0013364	0,2021	0,03237457	0,23447457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	976,8866	C	320	10000	—
TS5	400 3x	XLPE,EPF	1,25	55	0	1160	1160	0,8	3,27402	6	37	32 No				6	0,5	0,001129792	0	0,0011298	0,0002824	0,2585	0,03237457	0,29087457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	790,0457	C	320	10000	—
TS6	400 3x	XLPE,EPF	1,25	55	0	4164	4164	0,8	11,7526	6	37	32 No				6	0,5	0,004055563	0	0,0040556	0,0010139	0,2585	0,03237457	0,29087457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	790,0457	C	320	10000	—
TS7	400 3x	XLPE,EPF	1,25	87	0	7642	7642	0,8	21,569	6	37	32 No				6	0,5	0,0011773456	0	0,0117735	0,0029434	0,4089	0,03237457	0,44127457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	522,573	C	320	10000	—
TS8	400 3x	XLPE,EPF	1,25	37	0	10254	10254	0,8	28,9412	6	37	32 No				6	0,5	0,006718506	0	0,0067185	0,0016796	0,1739	0,03237457	0,20627457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	1107,436	C	320	10000	—
TS9	400 3x	XLPE,EPF	1,25	12	0	10920	10920	0,8	30,821	6	37	32 No				6	0,5	0,0023205	0	0,0023205	0,0005801	0,0564	0,03237457	0,08877457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	2447,821	C	320	10000	—
TS10	400 3x	XLPE,EPF	1,25	4	0	2660	2660	0,8	7,50768	6	37	32 No				6	0,5	0,000188417	0	0,0001884	4,71E-05	0,0188	0,03237457	0,05117457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	3821,826	C	320	10000	—
TS11	400 3x	XLPE,EPF	1,25	6	0	4500	4500	0,8	12,701	6	37	32 No				6	0,5	0,000478125	0	0,0004781	0,0001195	0,0282	0,03237457	0,06057457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	3368,846	C	320	10000	—
TS12	400 3x	XLPE,EPF	1,25	6	0	5000	5000	0,8	14,1122	6	37	32 No				6	0,5	0,00053125	0	0,0005313	0,0001328	0,0282	0,03237457	0,06057457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	3368,846	C	320	10000	—
C1	231 2x	PVC	2,25	35	160	0	160	0,9	1,11243	1,5	13,5	10 No				1,5	3	0,00119	0,0005536	0,0017436	0,000755	0,658	0,04647457	0,70447457	0	0,0322677	0,0322677	5970,214	327,8638	C	100	6000	30 mA
C2	231 2x	PVC	2,25	35	190	0	190	0,9	1,32101	1,5	13,5	10 No				1,5	3	0,001413125	0,0005536	0,0019667	0,0008516	0,658	0,04647457	0,70447457	0	0,0322677	0,0322677	5970,214	327,8638	C	100	6000	30 mA
C3	231 2x	PVC	2,25	25	190	0	190	0,9	1,32101	1,5	13,5	10 No				1,5	3	0,001009375	0,0005536	0,0015629	0,0006768	0,47	0,04647457	0,51647457	0	0,0322677	0,0322677	5970,214	446,806	C	100	6000	30 mA
C4	231 2x	PVC	2,25	25	48	0	48	0,9	0,33373	1,5	13,5	10 No				1,5	3	0,000255	0,0005536	0,0008086	0,0003501	0,47	0,04647457	0,51647457	0	0,0322677	0,0322677	5970,214	446,806	C	100	6000	30 mA
C5	231 2x	PVC	2,25	20	240	0	240	0,9	1,66864	1,5	13,5	10 No				1,5	3	0,00102	0,0005536	0,0015736	0,0006814	0,376	0,04647457	0,42247457	0	0,0322677	0,0322677	5970,214	545,6954	C	100	6000	30 mA
C6	231 2x	PVC	2,25	15	160	0	160	0,9	1,11243	1,5	13,5	10 No				1,5	3	0,00051	0,0005536	0,0010636	0,0004605	0,282	0,04647457	0,32847457	0	0,0322677	0,0322677	5970,214	700,5299	C	100	6000	30 mA
C7	231 2x	PVC	2,25	24	272	0	272	0,9	1,89113	1,5	13,5	10 No				1,5	3	0,0013872	0,0005536	0,0019408	0,0008404	0,4512	0,04647457	0,49767457	0	0,0322677	0,0322677	5970,214	463,615	C	100	6000	30 mA
C8	231 2x	PVC	2,25	16	160	0	160	0,9	1,11243	1,5	13,5	10 No				1,5	3	0,000544	0,0005536	0,0010976	0,0004753	0,3008	0,04647457	0,34727457	0	0,0322677	0,0322677	5970,214	662,94	C	100	6000	30 mA
C9	231 2x	PVC	2,25	20	240	0	240	0,9	1,66864	1,5	13,5	10 No				1,5	3	0,00102	0,0028773	0,0038973	0,0016876	0,376	0,17337457	0,54937457	0	0,0322677	0,0322677	1891,252	420,1434	C	100	6000	30 mA
C10	231 2x	PVC	2,25	40	352	0	352	0,9	2,44734	1,5	13,5	10 No				1,5	3	0,002992	0,0028773	0,0058693	0,0025415	0,752	0,17337457	0,92537457	0	0,0322677	0,0322677	1891,252	249,708	C	100	6000	30 mA
C11	231 2x	PVC	2,25	38	352	0	352	0,9	2,44734	1,5	13,5	10 No				1,5	3	0,0028424	0,0028773	0,0057197	0,0024767	0,7144	0,17337457	0,88777457	0	0,0322677	0,0322677	1891,252	260,2702	C	100	6000	30 mA
C12	231 2x	PVC	2,25	35	352	0	352	0,9	2,44734	1,5	13,5	10 No				1,5	3	0,002618	0,0028773	0,0054953	0,0023795	0,658	0,17337457	0,83137457	0	0,0322677	0,0322677	1891,252	277,9011	C	100	6000	30 mA
C13	231 2x	PVC	2,25	33	352	0	352	0,9	2,44734	1,5	13,5	10 No				1,5	3	0,0024684	0,0028773	0,0053457	0,0023147	0,6204	0,17337457	0,79377457	0	0,0322677	0,0322677	1891,252	291,0437	C	100	6000	30 mA
C14	231 2x	PVC	2,25	31	352	0	352	0,9	2,44734	1,5	13,5	10 No				1,5	3	0,0023188	0,0028773	0,0051961	0,00225	0,5828	0,17337457	0,75617457	0	0,0322677	0,0322677	1891,252	305,4898	C	100	6000	30 mA
C15	231 2x	PVC	2,25	27	416	0	416	0,9	2,89231	1,5	13,5	10 No				1,5	3	0,0023868	0,0028773	0,0052641	0,0022794	0,5076	0,17337457	0,68097457	0	0,0322677	0,0322677	1891,252	339,1533	C	100	6000	30 mA
C16	231 2x	PVC	2,25	38	768	0	768	0,9	5,33966	1,5	13,5	10 No				1,5	3	0,0062016	0,0048672	0,0110688	0,0047929	0,7144	0,25327457	0,96767457	0	0,0322677	0,0322677	1306,295	238,8049	C	100	6000	30 mA
C17	231 2x	PVC	2,25	24	280	0	280	0,9	1,94675	1,5	13,5	10 No				1,5	3	0,001428	0,0048672	0,0062952	0,0027259	0,4512	0,25327457	0,70447457	0	0,0322677	0,0322677	1306,295	327,8638	C	100	6000	30 mA
C18	231 2x	PVC	2,25	14	300	0	300	0,9	2,0858	1,5	13,5	10 No				1,5	3	0,0008925	0,0048672	0,0057597	0,002494	0,2632	0,25327457	0,51647457	0	0,0322677	0,0322677	1306,295	446,806	C	100	6000	30 mA
C19	231 2x	PVC	2,25	18	220	0	220	0,9	1,52959	1,5	13,5	10 No				1,5	3	0,0008415	0,0053454	0,0061869	0,002679	0,3384	0,23447457	0,57287457	0	0,0322677	0,0322677	1409,157	402,9642	C	100	6000	30 mA
C20	231 2x	PVC	2,25	19	300	0	300	0,9	2,0858	1,5	13,5	10 No				1,5	3	0,00121125	0,0053454	0,0065567	0,0028391	0,3572	0,23447457	0,59167457	0	0,0322677	0,0322677	1409,157	390,199	C	100	6000	30 mA
C21	231 2x	PVC	2,25	19	480	0	480	0,9	3,33728	1,5	13,5																						

5.3.2.Planta tipo

línea	tension	instal	tipo carga	conductore	aislamie	metal	factore: long	potencia carg	potencia ac	pot tot	fp	rend	lb	Seccion Iz	In	seccion C	I	seccion N	cdt REB	cdt linea (V)	cdt anterior	cdt total	%cdt	R linea 20º	R anterior	R acumulado X	X anterior	X acumulado	Icc max	Icc min	Curva	la	PC	Diferencia		
Acometida	400	B	CBT a CGBT	3x	XLPE,EP	Al	1,5625 120	0	321840	321840	0,9	1	224,289	150	338	250			150	0,5	0,04537944	0	0,0453794	0,0113449	0,02256	0,00511457	0,02767457	0,0096	0,0206677	0,0302677	10859,63	5637,661	C	2500	20000	—
TSPB	400	B2	CGBT a TSPB	3x	XLPE,EP	Cu	1,25 25	75000	0	75000	0,9	1	167,255	150	278	250			150	0,5	0,001328125	0	0,0013281	0,000332	0,0047	0,02767457	0,03237457	0,002	0,0302677	0,0322677	8635,326	5058,383	C	2500	16000	—
TS1P	400	B2	CGBT a TS1P	3x	XLPE,EP	Cu	1,25 12	82280	0	82280	0,9	1	183,49	150	278	250			150	0,5	0,00069938	0	0,0006994	0,0001748	0,002256	0,02767457	0,02993057	0,00096	0,0302677	0,0312277	8635,326	5345,349	C	2500	16000	—
TS2P	400	B2	CGBT a TS2P	3x	XLPE,EP	Cu	1,25 17	82280	0	82280	0,9	1	183,49	150	278	250			150	0,5	0,000990788	0	0,0009908	0,0002477	0,003196	0,02767457	0,03087057	0,00136	0,0302677	0,0316277	8635,326	5231,534	C	2500	16000	—
TS3P	400	B2	CGBT a TS3P	3x	XLPE,EP	Cu	1 25	0	82280	82280	0,9	1	146,792	150	278	250			150	0,5	0,001457042	0	0,001457	0,0003643	0,0047	0,02767457	0,03237457	0,002	0,0302677	0,0322677	8635,326	5058,383	C	2500	16000	—
C1	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 85	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,00469625	0,001457	0,0061533	0,0026645	1,598	0,03237457	1,63037457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	141,7886	C	100	10000	30 mA	
C2	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 81	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,00447525	0,001457	0,0059323	0,0025688	1,5228	0,03237457	1,55517457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	148,6419	C	100	10000	30 mA	
C3	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 78	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,0043095	0,001457	0,0057665	0,002497	1,4664	0,03237457	1,49877457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	154,2329	C	100	10000	30 mA	
C4	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 72	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,003978	0,001457	0,005435	0,0023534	1,3536	0,03237457	1,38597457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	166,7788	C	100	10000	30 mA	
C5	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 69	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,00381225	0,001457	0,0052693	0,0022817	1,2972	0,03237457	1,32957457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	173,8495	C	100	10000	30 mA	
C6	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 63	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,00348075	0,001457	0,0049378	0,0021381	1,1844	0,03237457	1,21677457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	189,9552	C	100	10000	30 mA	
C7	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 60	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,003315	0,001457	0,004772	0,0020664	1,128	0,03237457	1,16037457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	199,181	C	100	10000	30 mA	
C8	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 84	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,004641	0,001457	0,006098	0,0026405	1,5792	0,03237457	1,61157457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	143,442	C	100	10000	30 mA	
C9	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 84	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,004641	0,001457	0,006098	0,0026405	1,5792	0,03237457	1,61157457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	143,442	C	100	10000	30 mA	
C10	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 90	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,0049725	0,001457	0,0064295	0,0027841	1,692	0,03237457	1,72437457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	134,0622	C	100	10000	30 mA	
C11	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 93	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,00513825	0,001457	0,0065953	0,0028558	1,7484	0,03237457	1,78077457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	129,8176	C	100	10000	30 mA	
C12	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 99	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,00546975	0,001457	0,0069268	0,0029994	1,8612	0,03237457	1,89357457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	122,0867	C	100	10000	30 mA	
C13	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 102	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,0056355	0,001457	0,0070925	0,0030712	1,9176	0,03237457	1,94997457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	118,5565	C	100	10000	30 mA	
C14	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 108	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,005967	0,001457	0,007424	0,0032147	2,0304	0,03237457	2,06277457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	112,0751	C	100	10000	30 mA	
C15	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 111	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,00613275	0,001457	0,0075898	0,0032865	2,0868	0,03237457	2,11917457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	109,093	C	100	10000	30 mA	
C16	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 117	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,00646425	0,001457	0,0079213	0,00343	2,1996	0,03237457	2,23197457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	103,5808	C	100	10000	30 mA	
C17	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 28	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,001547	0,001457	0,003004	0,0013008	0,5264	0,03237457	0,55877457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	413,0992	C	100	10000	30 mA	
C18	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 31	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,00171275	0,001457	0,0031698	0,0013726	0,5828	0,03237457	0,61517457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	375,3349	C	100	10000	30 mA	
C19	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 34	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,0018785	0,001457	0,0033355	0,0014443	0,6392	0,03237457	0,67157457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	343,8895	C	100	10000	30 mA	
C20	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 40	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,00221	0,001457	0,003667	0,0015879	0,752	0,03237457	0,78437457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	294,5257	C	100	10000	30 mA	
C21	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 43	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,00237575	0,001457	0,0038328	0,0016596	0,8084	0,03237457	0,84077457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	274,7987	C	100	10000	30 mA	
C22	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 49	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,00270725	0,001457	0,0041643	0,0018032	0,9212	0,03237457	0,95357457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	242,332	C	100	10000	30 mA	
C23	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 52	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,002873	0,001457	0,00433	0,001875	0,9776	0,03237457	1,00997457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	228,8136	C	100	10000	30 mA	
C24	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 58	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,0032045	0,001457	0,0046615	0,0020185	1,0904	0,03237457	1,12277457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	205,8458	C	100	10000	30 mA	
C25	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 75	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,00414375	0,001457	0,0056008	0,0024252	1,41	0,03237457	1,44237457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	160,2608	C	100	10000	30 mA	
C26	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 75	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,00414375	0,001457	0,0056008	0,0024252	1,41	0,03237457	1,44237457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	160,2608	C	100	10000	30 mA	
C27	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 75	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,00414375	0,001457	0,0056008	0,0024252	1,41	0,03237457	1,44237457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	160,2608	C	100	10000	30 mA	
C28	231	B2		2x	PVC	Cu	2,25 13	260	0	260	0,9	1	1,8077	1,5	13,5	10	2,5	1,5	3	0,00071825	0,001457	0,0021753	0,0009419	0,2444	0,03237457	0,27677457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	829,7669	C	100	10000	30 mA	
C29	231	B2		2x	PVC	Cu	1,25 35	3000	0	3000	0,9	1	11,5878	2,5	18,5	16	2,5	2,5	5	0,0133875	0,001457	0,0148445	0,0064279	0,3948	0,03237457	0,42717457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	539,7256	C	160	10000	30 mA	
C30	231	B2		2x	PVC	Cu	1,25 38	3000	0	3000	0,9	1	11,5878	2,5	18,5	16	2,5	2,5	5	0,014535	0,001457	0,015992	0,0069248	0,42864	0,03237457	0,46101457	0	0,0322677	0,0322677	7642,291	500,3087	C	160	10000	30 mA	
C31	231	B2		2x	PVC	Cu	1,25 44																													

5.4. Resumen de los cálculos

5.4.1. Planta baja

LINEAS								
Marca	Circuito	Instalación	Material	Circuitos				Aislamiento
				Cable (mm2)				
1	Acometida	B2	Al	4	3x	150	+150 N	XLPE,EPR
3	TSPB	B2	Cu	1	3x	150	+150 N	XLPE,EPR
4	TS1P	B2	Cu	1	3x	150	+150 N	XLPE,EPR
5	TS2P	B2	Cu	1	3x	150	+150 N	XLPE,EPR
6	TS3P	B2	Cu	1	3x	150	+150 N	XLPE,EPR
7	TS1	B2	Cu	1	3x	6	+6N	XLPE,EPR
8	TS2	B2	Cu	1	3x	6	+6N	XLPE,EPR
9	TS3	B2	Cu	1	3x	6	+6N	XLPE,EPR
10	TS4	B2	Cu	1	3x	6	+6N	XLPE,EPR
11	TS5	B2	Cu	1	3x	6	+6N	XLPE,EPR
12	TS6	B2	Cu	1	3x	6	+6N	XLPE,EPR
13	TS7	B2	Cu	1	3x	6	+6N	XLPE,EPR
14	TS8	B2	Cu	1	3x	6	+6N	XLPE,EPR
15	TS9	B2	Cu	1	3x	6	+6N	XLPE,EPR
16	TS10	B2	Cu	1	3x	6	+6N	XLPE,EPR
17	TS11	B2	Cu	1	3x	6	+6N	XLPE,EPR
18	TS12	B2	Cu	1	3x	6	+6N	XLPE,EPR
19	C1	B2	Cu	1		2	+2N	PVC
20	C2	B2	Cu	1		2	+2N	PVC
21	C3	B2	Cu	1		2	+2N	PVC
22	C4	B2	Cu	1		2	+2N	PVC
23	C5	B2	Cu	1		2	+2N	PVC
24	C6	B2	Cu	1		2	+2N	PVC
25	C7	B2	Cu	1		2	+2N	PVC
26	C8	B2	Cu	1		2	+2N	PVC
27	C9	B2	Cu	1		2	+2N	PVC
28	C10	B2	Cu	1		2	+2N	PVC
29	C11	B2	Cu	1		2	+2N	PVC
30	C12	B2	Cu	1		2	+2N	PVC
31	C13	B2	Cu	1		2	+2N	PVC
32	C14	B2	Cu	1		2	+2N	PVC
33	C15	B2	Cu	1		2	+2N	PVC
34	C16	B2	Cu	1		2	+2N	PVC
35	C17	B2	Cu	1		2	+2N	PVC
36	C18	B2	Cu	1		2	+2N	PVC

37	C19	B2	Cu	1		2	+2N		PVC
38	C20	B2	Cu	1		2	+2N		PVC
39	C21	B2	Cu	1		2	+2N		PVC
40	C22	B2	Cu	1		2	+2N		PVC
41	C23	B2	Cu	1		2	+2N		PVC
42	C24	B2	Cu	1		2	+2N		PVC
43	C25	B2	Cu	1		2	+2N		PVC
44	C26	B2	Cu	1		2	+2N		PVC
45	C27	B2	Cu	1		2	+2N		PVC
46	C28	B2	Cu	1	3x	4	+4N		PVC
47	C29	B2	Cu	1	3x	4	+4N		PVC
48	C30	B2	Cu	1	3x	4	+4N		PVC
49	C31	B2	Cu	1	3x	4	+4N		PVC
50	C32	B2	Cu	1	3x	4	+4N		PVC
51	C33	B2	Cu	1	3x	4	+4N		PVC
52	C34	B2	Cu	1		2	+2N		PVC
53	C35	B2	Cu	1	3x	4	+4N		PVC
54	C36	B2	Cu	1		4	+4N	+4CP	PVC
55	C37	B2	Cu	1		4	+4N	+4CP	PVC
56	C38	B2	Cu	1		4	+4N	+4CP	PVC
57	C39	B2	Cu	1		4	+4N	+4CP	PVC
58	C40	B2	Cu	1		4	+4N	+4CP	PVC
59	C41	B2	Cu	1		4	+4N	+4CP	PVC
60	C42	B2	Cu	1		4	+4N	+4CP	PVC
61	C43	B2	Cu	1		4	+4N	+4CP	PVC
62	C44	B2	Cu	1	3x	4	+4N	+4CP	PVC
63	C45	B2	Cu	1	3x	4	+4N	+4CP	PVC
64	C46	B2	Cu	1		4	+4N	+4CP	PVC
65	C47	B2	Cu	1		2	+2N		PVC
66	C48	B2	Cu	1		4	+4N	+4CP	PVC
67	C49	B2	Cu	1		4	+4N	+4CP	PVC
68	C50	B2	Cu	1	3x	6	+6N	+6CP	PVC
69	C51	B2	Cu	1	3x	6	+6N	+6CP	PVC
70	C52	B2	Cu	1		4	+4N	+4CP	PVC
71	C53	B2	Cu	1		4	+4N	+4CP	PVC
72	C54	B2	Cu	1		4	+4N	+4CP	PVC

INTERRUPTORES MAGNETOTERMICOS				
Circuito	Calibre (A)	Curva	Tipo	PdC
Acometida	250	C	trifasico	20000
TSPB	250	C	trifasico	16000
TS1P	250	C	trifasico	16000
TS2P	250	C	trifasico	16000

TS3P	250	C	trifasico	16000
TS1	32	C	trifasico	10000
TS2	32	C	trifasico	10000
TS3	32	C	trifasico	10000
TS4	32	C	trifasico	10000
TS5	32	C	trifasico	10000
TS6	32	C	trifasico	10000
TS7	32	C	trifasico	10000
TS8	32	C	trifasico	10000
TS9	32	C	trifasico	10000
TS10	32	C	trifasico	10000
TS11	32	C	trifasico	10000
TS12	32	C	trifasico	10000
C1	10	C	monofasico	6000
C2	10	C	monofasico	6000
C3	10	C	monofasico	6000
C4	10	C	monofasico	6000
C5	10	C	monofasico	6000
C6	10	C	monofasico	6000
C7	10	C	monofasico	6000
C8	10	C	monofasico	6000
C9	10	C	monofasico	6000
C10	10	C	monofasico	6000
C11	10	C	monofasico	6000
C12	10	C	monofasico	6000
C13	10	C	monofasico	6000
C14	10	C	monofasico	6000
C15	10	C	monofasico	6000
C16	10	C	monofasico	6000
C17	10	C	monofasico	6000
C18	10	C	monofasico	6000
C19	10	C	monofasico	6000
C20	10	C	monofasico	6000
C21	10	C	monofasico	6000
C22	10	C	monofasico	6000
C23	10	C	monofasico	6000
C24	10	C	monofasico	6000
C25	10	C	monofasico	6000
C26	10	C	monofasico	6000
C27	10	C	monofasico	6000
C28	20	C	trifasico	6000
C29	20	C	trifasico	6000
C30	20	C	trifasico	6000
C31	20	C	trifasico	6000
C32	20	C	trifasico	6000
C33	20	C	trifasico	6000

C34	10	C	monofasico	6000
C35	20	C	trifasico	6000
C36	20	C	monofasico	6000
C37	20	C	monofasico	6000
C38	20	C	monofasico	6000
C39	20	C	monofasico	6000
C40	20	C	monofasico	6000
C41	20	C	monofasico	6000
C42	20	C	monofasico	6000
C43	20	C	monofasico	6000
C44	20	C	trifasico	6000
C45	20	C	trifasico	6000
C46	20	C	monofasico	6000
C47	10	C	monofasico	6000
C48	20	C	monofasico	6000
C49	20	C	monofasico	6000
C50	25	C	trifasico	6000
C51	25	C	trifasico	6000
C52	20	C	monofasico	6000
C53	20	C	monofasico	6000
C54	20	C	monofasico	6000

INTERRUPTOR DIFERENCIAL		
Circuito	Calibre	Sensibilidad
Acometida	250	—
TSPB	250	—
TS1P	250	—
TS2P	250	—
TS3P	250	—
TS1	32	—
TS2	32	—
TS3	32	—
TS4	32	—
TS5	32	—
TS6	32	—
TS7	32	—
TS8	32	—
TS9	32	—
TS10	32	—
TS11	32	—
TS12	32	—
C1	10	30 mA
C2	10	30 mA
C3	10	30 mA

C4	10	30 mA
C5	10	30 mA
C6	10	30 mA
C7	10	30 mA
C8	10	30 mA
C9	10	30 mA
C10	10	30 mA
C11	10	30 mA
C12	10	30 mA
C13	10	30 mA
C14	10	30 mA
C15	10	30 mA
C16	10	30 mA
C17	10	30 mA
C18	10	30 mA
C19	10	30 mA
C20	10	30 mA
C21	10	30 mA
C22	10	30 mA
C23	10	30 mA
C24	10	30 mA
C25	10	30 mA
C26	10	30 mA
C27	10	30 mA
C28	20	30 mA
C29	20	30 mA
C30	20	30 mA
C31	20	30 mA
C32	20	30 mA
C33	20	30 mA
C34	10	30 mA
C35	20	30 mA
C36	20	30 mA
C37	20	30 mA
C38	20	30 mA
C39	20	30 mA
C40	20	30 mA
C41	20	30 mA
C42	20	30 mA
C43	20	30 mA
C44	20	30 mA
C45	20	30 mA
C46	20	30 mA
C47	10	30 mA
C48	20	30 mA

C49	20	30 mA
C50	25	30 mA
C51	25	30 mA
C52	20	30 mA
C53	20	30 mA
C54	20	30 mA

CAIDAS DE TENSION		
Circuito	CdT maxima	CdT calculada
Acometida	0,5 %	0,0113 %
TSPB	0,5 %	0,0003 %
TS1P	0,5 %	0,0002 %
TS2P	0,5 %	0,0002 %
TS3P	0,5 %	0,0004 %
TS1	0,5 %	0,0001 %
TS2	0,5 %	0,0007 %
TS3	0,5 %	0,0012 %
TS4	0,5 %	0,0013 %
TS5	0,5 %	0,0003 %
TS6	0,5 %	0,0010 %
TS7	0,5 %	0,0029 %
TS8	0,5 %	0,0017 %
TS9	0,5 %	0,0006 %
TS10	0,5 %	0,0000 %
TS11	0,5 %	0,0001 %
TS12	0,5 %	0,0001 %
C1	3,0 %	0,0008 %
C2	3,0 %	0,0009 %
C3	3,0 %	0,0007 %
C4	3,0 %	0,0004 %
C5	3,0 %	0,0007 %
C6	3,0 %	0,0005 %
C7	3,0 %	0,0008 %
C8	3,0 %	0,0005 %
C9	3,0 %	0,0017 %
C10	3,0 %	0,0025 %
C11	3,0 %	0,0025 %
C12	3,0 %	0,0024 %
C13	3,0 %	0,0023 %
C14	3,0 %	0,0022 %
C15	3,0 %	0,0023 %
C16	3,0 %	0,0048 %
C17	3,0 %	0,0027 %
C18	3,0 %	0,0025 %

C19	3,0 %	0,0027 %
C20	3,0 %	0,0028 %
C21	3,0 %	0,0026 %
C22	3,0 %	0,0018 %
C23	3,0 %	0,0029 %
C24	3,0 %	0,0026 %
C25	3,0 %	0,0075 %
C26	3,0 %	0,0053 %
C27	3,0 %	0,0048 %
C28	3,0 %	0,0039 %
C29	3,0 %	0,0044 %
C30	3,0 %	0,0014 %
C31	3,0 %	0,0011 %
C32	3,0 %	0,0012 %
C33	3,0 %	0,0017 %
C34	3,0 %	0,0004 %
C35	3,0 %	0,0013 %
C36	5,0 %	0,0070 %
C37	5,0 %	0,0028 %
C38	5,0 %	0,0044 %
C39	5,0 %	0,0065 %
C40	5,0 %	0,0145 %
C41	5,0 %	0,0033 %
C42	5,0 %	0,0027 %
C43	5,0 %	0,0008 %
C44	5,0 %	0,0004 %
C45	5,0 %	0,0004 %
C46	5,0 %	0,0035 %
C47	3,0 %	0,0007 %
C48	5,0 %	0,0035 %
C49	5,0 %	0,0086 %
C50	5,0 %	0,0007 %
C51	5,0 %	0,0008 %
C52	5,0 %	0,0037 %
C53	5,0 %	0,0008 %
C54	5,0 %	0,0033 %

5.4.2.Planta tipo

LINEAS									
Marca	Circuito	Instalacion	Material	Circuitos	Cable (mm2)			Aislamiento	
1	Acometida	B	Al	4	3x	150	+150N	XLPE,EPR	
3	TSPB	B2	Cu	1	3x	150	+150N	XLPE,EPR	
4	TS1P	B2	Cu	1	3x	150	+150N	XLPE,EPR	
5	TS2P	B2	Cu	1	3x	150	+150N	XLPE,EPR	
6	TS3P	B2	Cu	1	3x	150	+150N	XLPE,EPR	
7	C1	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
8	C2	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
9	C3	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
10	C4	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
11	C5	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
12	C6	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
13	C7	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
14	C8	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
15	C9	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
16	C10	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
17	C11	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
18	C12	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
19	C13	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
20	C14	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
21	C15	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
22	C16	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
23	C17	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
24	C18	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
25	C19	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
26	C20	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
27	C21	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
28	C22	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
29	C23	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
30	C24	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
31	C25	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
32	C26	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
33	C27	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
34	C28	B2	Cu	1		2	+2N +3CP	PVC	
35	C29	B2	Cu	1		3	+3N +3CP	PVC	
36	C30	B2	Cu	1		3	+3N +3CP	PVC	
37	C31	B2	Cu	1		3	+3N +3CP	PVC	
38	C32	B2	Cu	1		3	+3N +3CP	PVC	
39	C33	B2	Cu	1		3	+3N +3CP	PVC	
40	C34	B2	Cu	1		3	+3N +3CP	PVC	
41	C35	B2	Cu	1		3	+3N +3CP	PVC	
42	C36	B2	Cu	1		3	+3N +3CP	PVC	
43	C37	B2	Cu	1		3	+3N +3CP	PVC	

44	C38	B2	Cu	1	3	+3N	+3CP	PVC
45	C39	B2	Cu	1	3	+3N	+3CP	PVC
46	C40	B2	Cu	1	3	+3N	+3CP	PVC
47	C41	B2	Cu	1	3	+3N	+3CP	PVC
48	C42	B2	Cu	1	3	+3N	+3CP	PVC
49	C43	B2	Cu	1	3	+3N	+3CP	PVC
50	C44	B2	Cu	1	3	+3N	+3CP	PVC
51	C45	B2	Cu	1	3	+3N	+3CP	PVC
52	C46	B2	Cu	1	3	+3N	+3CP	PVC
53	C47	B2	Cu	1	3	+3N	+3CP	PVC
54	C48	B2	Cu	1	3	+3N	+3CP	PVC
55	C49	B2	Cu	1	3	+3N	+3CP	PVC
56	C50	B2	Cu	1	3	+3N	+3CP	PVC
57	C51	B2	Cu	1	3	+3N	+3CP	PVC
58	C52	B2	Cu	1	3	+3N	+3CP	PVC
59	C53	B2	Cu	1	3	+3N	+3CP	PVC

INTERRUPTORES MAGNETOTERMICOS				
Circuito	Calibre (A)	Curva	Tipo	PdC
Acometida	250	C	trifasico	20000
TSPB	250	C	trifasico	16000
TS1P	250	C	trifasico	16000
TS2P	250	C	trifasico	16000
TS3P	250	C	trifasico	16000
C1	10	C	monofasico	10000
C2	10	C	monofasico	10000
C3	10	C	monofasico	10000
C4	10	C	monofasico	10000
C5	10	C	monofasico	10000
C6	10	C	monofasico	10000
C7	10	C	monofasico	10000
C8	10	C	monofasico	10000
C9	10	C	monofasico	10000
C10	10	C	monofasico	10000
C11	10	C	monofasico	10000
C12	10	C	monofasico	10000
C13	10	C	monofasico	10000
C14	10	C	monofasico	10000
C15	10	C	monofasico	10000
C16	10	C	monofasico	10000
C17	10	C	monofasico	10000
C18	10	C	monofasico	10000
C19	10	C	monofasico	10000
C20	10	C	monofasico	10000

C21	10	C	monofasico	10000
C22	10	C	monofasico	10000
C23	10	C	monofasico	10000
C24	10	C	monofasico	10000
C25	10	C	monofasico	10000
C26	10	C	monofasico	10000
C27	10	C	monofasico	10000
C28	10	C	monofasico	10000
C29	16	C	monofasico	10000
C30	16	C	monofasico	10000
C31	16	C	monofasico	10000
C32	16	C	monofasico	10000
C33	16	C	monofasico	10000
C34	16	C	monofasico	10000
C35	16	C	monofasico	10000
C36	16	C	monofasico	10000
C37	16	C	monofasico	10000
C38	16	C	monofasico	10000
C39	16	C	monofasico	10000
C40	16	C	monofasico	10000
C41	16	C	monofasico	10000
C42	16	C	monofasico	10000
C43	16	C	monofasico	10000
C44	16	C	monofasico	10000
C45	16	C	monofasico	10000
C46	16	C	monofasico	10000
C47	16	C	monofasico	10000
C48	16	C	monofasico	10000
C49	16	C	monofasico	10000
C50	16	C	monofasico	10000
C51	16	C	monofasico	10000
C52	16	C	monofasico	10000
C53	16	C	monofasico	10000

INTERRUPTOR DIFERENCIAL		
Circuito	Calibre	Sensibilidad
Acometida	250	—
TSPB	250	—
TS1P	250	—
TS2P	250	—
TS3P	250	—
C1	10	30 mA
C2	10	30 mA
C3	10	30 mA

C4	10	30 mA
C5	10	30 mA
C6	10	30 mA
C7	10	30 mA
C8	10	30 mA
C9	10	30 mA
C10	10	30 mA
C11	10	30 mA
C12	10	30 mA
C13	10	30 mA
C14	10	30 mA
C15	10	30 mA
C16	10	30 mA
C17	10	30 mA
C18	10	30 mA
C19	10	30 mA
C20	10	30 mA
C21	10	30 mA
C22	10	30 mA
C23	10	30 mA
C24	10	30 mA
C25	10	30 mA
C26	10	30 mA
C27	10	30 mA
C28	10	30 mA
C29	16	30 mA
C30	16	30 mA
C31	16	30 mA
C32	16	30 mA
C33	16	30 mA
C34	16	30 mA
C35	16	30 mA
C36	16	30 mA
C37	16	30 mA
C38	16	30 mA
C39	16	30 mA
C40	16	30 mA
C41	16	30 mA
C42	16	30 mA
C43	16	30 mA
C44	16	30 mA
C45	16	30 mA
C46	16	30 mA
C47	16	30 mA
C48	16	30 mA

C49	16	30 mA
C50	16	30 mA
C51	16	30 mA
C52	16	30 mA
C53	16	30 mA

CAIDAS DE TENSION		
Circuito	CdT maxima	CdT calculada
Acometida	0,5 %	0,0113 %
TSPB	0,5 %	0,0003 %
TS1P	0,5 %	0,0002 %
TS2P	0,5 %	0,0002 %
TS3P	0,5 %	0,0004 %
C1	3,0 %	0,0027 %
C2	3,0 %	0,0026 %
C3	3,0 %	0,0025 %
C4	3,0 %	0,0024 %
C5	3,0 %	0,0023 %
C6	3,0 %	0,0021 %
C7	3,0 %	0,0021 %
C8	3,0 %	0,0026 %
C9	3,0 %	0,0026 %
C10	3,0 %	0,0028 %
C11	3,0 %	0,0029 %
C12	3,0 %	0,0030 %
C13	3,0 %	0,0031 %
C14	3,0 %	0,0032 %
C15	3,0 %	0,0033 %
C16	3,0 %	0,0034 %
C17	3,0 %	0,0013 %
C18	3,0 %	0,0014 %
C19	3,0 %	0,0014 %
C20	3,0 %	0,0016 %
C21	3,0 %	0,0017 %
C22	3,0 %	0,0018 %
C23	3,0 %	0,0019 %
C24	3,0 %	0,0020 %
C25	3,0 %	0,0024 %
C26	3,0 %	0,0024 %
C27	3,0 %	0,0024 %
C28	3,0 %	0,0009 %
C29	5,0 %	0,0064 %
C30	5,0 %	0,0069 %
C31	5,0 %	0,0079 %

C32	5,0 %	0,0081 %
C33	5,0 %	0,0092 %
C34	5,0 %	0,0094 %
C35	5,0 %	0,0106 %
C36	5,0 %	0,0107 %
C37	5,0 %	0,0160 %
C38	5,0 %	0,0159 %
C39	5,0 %	0,0147 %
C40	5,0 %	0,0145 %
C41	5,0 %	0,0134 %
C42	5,0 %	0,0132 %
C43	5,0 %	0,0121 %
C44	5,0 %	0,0119 %
C45	5,0 %	0,0126 %
C46	5,0 %	0,0127 %
C47	5,0 %	0,0139 %
C48	5,0 %	0,0140 %
C49	5,0 %	0,0152 %
C50	5,0 %	0,0154 %
C51	5,0 %	0,0165 %
C52	5,0 %	0,0165 %
C53	5,0 %	0,0028 %

6. Cálculo de las instalaciones domóticas

6.1. Cálculo de las fuentes de alimentación

Según los criterios especificados en la memoria, se usarán fuentes de alimentación de 320 mA para todos las líneas. Aunque estén muy sobredimensionadas, se utilizará este criterio para uniformar, además de para preveer una futura ampliación.

Los consumos genéricos de los elementos de la instalación son los siguientes:

Elemento	Intensidad (mA)
Control temperatura	6,25
Control Luz	6,25
Control A/C	6,25
Sensor de presencia	10
Sensor magnetico	0,2
Control persianas	6,25

Sensor de humos	0,2
Actuadores (todos)	6,25

6.1.1.Planta baja (Área 1)

Línea 1

Elemento	Cantidad	Intensidad (mA)	Total
Control temperatura	1	6,25	6,25
Control Luz	2	6,25	12,5
Control A/C	1	6,25	6,25
Sensor de presencia	2	10	20
Sensor magnetico	0	0,2	0
Control persianas	0	6,25	0
Sensor de humos	0	0,2	0
Actuadores (todos)	2	6,25	12,5
Total			57,5

Línea 2

Elemento	Cantidad	Intensidad (mA)	Total
Control temperatura	6	6,25	37,5
Control Luz	6	6,25	37,5
Control A/C	6	6,25	37,5
Sensor de presencia	4	10	40
Sensor magnetico	8	0,2	1,6
Control persianas	2	6,25	12,5
Sensor de humos	0	0,2	0
Actuadores (todos)	5	6,25	31,25
Total			197,85

Línea 3

Elemento	Cantidad	Intensidad (mA)	Total
Control temperatura	1	6,25	6,25
Control Luz	2	6,25	12,5
Control A/C	0	6,25	0
Sensor de presencia	0	10	0
Sensor magnetico	0	0,2	0
Control persianas	0	6,25	0

Sensor de humos	0	0,2	0
Actuadores (todos)	2	6,25	12,5
Total			31,25

Línea 4

Elemento	Cantidad	Intensidad (mA)	Total
Control temperatura	0	6,25	0
Control Luz	2	6,25	12,5
Control A/C	0	6,25	0
Sensor de presencia	4	10	40
Sensor magnetico	0	0,2	0
Control persianas	0	6,25	0
Sensor de humos	0	0,2	0
Actuadores (todos)	1	6,25	6,25
Total			58,75

Línea 5

Elemento	Cantidad	Intensidad (mA)	Total
Control temperatura	1	6,25	6,25
Control Luz	1	6,25	6,25
Control A/C	1	6,25	6,25
Sensor de presencia	3	10	30
Sensor magnetico	0	0,2	0
Control persianas	0	6,25	0
Sensor de humos	0	0,2	0
Actuadores (todos)	2	6,25	12,5
Total			61,25

Línea 6

Elemento	Cantidad	Intensidad (mA)	Total
Control temperatura	2	6,25	12,5
Control Luz	3	6,25	18,75
Control A/C	2	6,25	12,5
Sensor de presencia	4	10	40
Sensor magnetico	0	0,2	0
Control persianas	0	6,25	0
Sensor de humos	0	0,2	0

Actuadores (todos)	2	6,25	12,5
Total			96,25

Línea 7

Elemento	Cantidad	Intensidad (mA)	Total
Control temperatura	1	6,25	6,25
Control Luz	0	6,25	0
Control A/C	1	6,25	6,25
Sensor de presencia	4	10	40
Sensor magnetico	0	0,2	0
Control persianas	0	6,25	0
Sensor de humos	0	0,2	0
Actuadores (todos)	2	6,25	12,5
Total			65

Línea 8

Elemento	Cantidad	Intensidad (mA)	Total
Control temperatura	1	6,25	6,25
Control Luz	2	6,25	12,5
Control A/C	1	6,25	6,25
Sensor de presencia	2	10	20
Sensor magnetico	0	0,2	0
Control persianas	0	6,25	0
Sensor de humos	0	0,2	0
Actuadores (todos)	4	6,25	25
Total			70

6.1.2.Planta tipo (Área 2, 3 y 4)

Línea 1

Elemento	Cantidad	Intensidad (mA)	Total
Control temperatura	4	6,25	25
Control Luz	4	6,25	25
Control A/C	4	6,25	25
Sensor de presencia	1	10	10
Sensor magnetico	8	0,2	1,6

Control persianas	4	6,25	25
Sensor de humos	0	0,2	0
Actuadores (todos)	3	6,25	18,75
Total			130,35

Línea 2

Elemento	Cantidad	Intensidad (mA)	Total
Control temperatura	4	6,25	25
Control Luz	4	6,25	25
Control A/C	4	6,25	25
Sensor de presencia	1	10	10
Sensor magnetico	8	0,2	1,6
Control persianas	4	6,25	25
Sensor de humos	0	0,2	0
Actuadores (todos)	3	6,25	18,75
Total			130,35

Línea 3

Elemento	Cantidad	Intensidad (mA)	Total
Control temperatura	4	6,25	25
Control Luz	4	6,25	25
Control A/C	4	6,25	25
Sensor de presencia	1	10	10
Sensor magnetico	8	0,2	1,6
Control persianas	4	6,25	25
Sensor de humos	0	0,2	0
Actuadores (todos)	3	6,25	18,75
Total			130,35

Línea 4

Elemento	Cantidad	Intensidad (mA)	Total
Control temperatura	4	6,25	25
Control Luz	4	6,25	25
Control A/C	4	6,25	25
Sensor de presencia	1	10	10
Sensor magnetico	8	0,2	1,6
Control persianas	4	6,25	25

Sensor de humos	0	0,2	0
Actuadores (todos)	3	6,25	18,75
Total			130,35

Línea 5

Elemento	Cantidad	Intensidad (mA)	Total
Control temperatura	4	6,25	25
Control Luz	4	6,25	25
Control A/C	4	6,25	25
Sensor de presencia	1	10	10
Sensor magnetico	8	0,2	1,6
Control persianas	4	6,25	25
Sensor de humos	0	0,2	0
Actuadores (todos)	3	6,25	18,75
Total			130,35

Línea 6

Elemento	Cantidad	Intensidad (mA)	Total
Control temperatura	4	6,25	25
Control Luz	4	6,25	25
Control A/C	4	6,25	25
Sensor de presencia	1	10	10
Sensor magnetico	8	0,2	1,6
Control persianas	4	6,25	25
Sensor de humos	0	0,2	0
Actuadores (todos)	3	6,25	18,75
Total			130,35

6.1.3.Planta sótano (Área 15)

Elemento	Cantidad	Intensidad (mA)	Total
Control temperatura	0	6,25	0
Control Luz	1	6,25	6,25
Control A/C	0	6,25	0
Sensor de presencia	1	10	10
Sensor magnetico	0	0,2	0
Control persianas	0	6,25	0

Sensor de humos	1	0,2	0,2
Actuadores (todos)	1	6,25	6,25
Total			22,7

6.2. Direcciones físicas

6.2.1. Planta baja (Área 1)

Línea Principal

Principal		
Ubicación	dispositivo	dirección
Cuadro general	Acomplador area	1.0.0
	Conexión TCP/IP	0.0.1
	Conexión USB	0.0.2
	Pantalla visualización	0.0.3
	Interruuptor horario	0.0.4

Línea 1

Auditorio		
Ubicación	dispositivo	dirección
Recep	Sensor temperatura	1.1.1
	Pulsador control luz	1.1.2
Sala ilum	Pulsador control luz	1.1.3
Baños	Sensor presencia	1.1.4
	Sensor presencia	1.1.5
Cuadro	Acomplador linea	1.1.0
	Actuador luz 8 salidas	1.1.30
	Actuador A/C	1.1.31

Línea 2

Oficinas		
Ubicación	dispositivo	dirección
Archivo	Sensor magnético	1.2.1
	Sensor temperatura	1.2.2
	Pulsador control luz	1.2.3
	Sensor magnético	1.2.4
	Control persianas	1.2.5
Caja seg	Sensor magnético	1.2.6
	Sensor temperatura	1.2.7
	Pulsador control luz	1.2.8

Baños	Sensor presencia	1.2.9
	Sensor presencia	1.2.10
Seguridad	Sensor magnético	1.2.11
	Sensor temperatura	1.2.12
	Pulsador control luz	1.2.13
Gerente	Sensor magnético	1.2.14
	Sensor temperatura	1.2.15
	Pulsador control luz	1.2.16
	Sensor magnético	1.2.17
	Control persianas	1.2.18
Sala de Juntas	Sensor magnético	1.2.19
	Sensor temperatura	1.2.20
	Pulsador control luz	1.2.21
Secretaria	Sensor magnético	1.2.22
	Sensor temperatura	1.2.23
	Pulsador control luz	1.2.24
Pasillo	Sensor presencia	1.2.25
	Sensor presencia	1.2.26
Cuadro	Acomplador linea	1.2.0
	Actuador luz 8 salidas	1.2.30
	Actuador luz 8 salidas	1.2.31
	Actuador persianas 4 salidas	1.2.32
	Actuador A/C	1.2.33
	Actuador A/C	1.2.34

Línea 3

Tienda		
Ubicación	dispositivo	dirección
Tienda	Sensor temperatura	1.3.1
	Pulsador control luz	1.3.2
Depósito	Pulsador control luz	1.3.3
Cuadro	Acomplador linea	1.3.0
	Actuador luz 8 salidas	1.3.30
	Actuador A/C	1.3.31

Línea 4

Gimnasio		
Ubicación	dispositivo	dirección

Gimnasio	Pulsador control luz	1.4.1
Baños hombres	Sensor presencia	1.4.2
	Sensor presencia	1.4.3
Baños mujeres	Sensor presencia	1.4.4
	Sensor presencia	1.4.5
Sala instructores	Pulsador control luz	1.4.6
Cuadro	Acomplador linea	1.4.0
	Actuador luz 8 salidas	1.4.30

Línea 5

Restaurante		
Ubicación	dispositivo	dirección
Bar	Pulsador control luz	1.5.1
	Sensor temperatura	1.5.2
Baños	Sensor presencia	1.5.3
	Sensor presencia	1.5.4
	Sensor presencia	1.5.5
Cuadro	Acomplador linea	1.5.0
	Actuador luz 8 salidas	1.5.30
	Actuador A/C	1.5.31

Línea 6

Cocina y salas de trabajo		
Ubicación	dispositivo	dirección
Bar	Pulsador control luz	1.6.1
Comedor	Pulsador control luz	1.6.2
	Sensor temperatura	1.6.3
Lavado	Pulsador control luz	1.6.4
	Sensor temperatura	1.6.5
Baños	Sensor presencia	1.6.6
	Sensor presencia	1.6.7
Vestuarios	Sensor presencia	1.6.8
	Sensor presencia	1.6.9
Cuadro	Acomplador linea	1.6.0
	Actuador luz 8 salidas	1.6.30
	Actuador A/C	1.6.31

Línea 7

Sala Estar		
Ubicación	dispositivo	dirección
Estar	Sensor temperatura	1.7.1
	Sensor presencia	1.7.2
	Sensor presencia	1.7.3
Baños	Sensor presencia	1.7.4
	Sensor presencia	1.7.5
Cuadro	Acomplador linea	1.7.0
	Actuador luz 8 salidas	1.7.30
	Actuador A/C	1.7.31

Línea 8

Sala fiestas		
Ubicación	dispositivo	dirección
Salón	Pulsador control luz	1.8.1
	Sensor temperatura	1.8.2
Apoyo	Pulsador control luz	1.8.3
Baños	Sensor presencia	1.8.4
	Sensor presencia	1.8.5
Cuadro	Acomplador linea	1.8.0
	Actuador luz 8 salidas	1.8.30
	Actuador luz 8 salidas	1.8.31
	Actuador A/C	1.8.32
	Actuador A/C	1.8.33

6.2.2.Planta tipo (Área 2, 3 y 4)

Pasillo

Pasillo		
Zona	dispositivo	dirección
1	Sensor presencia	2.1.1
2	Sensor presencia	2.2.1
3	Sensor presencia	2.3.1
4	Sensor presencia	2.4.1
5	Sensor presencia	2.5.1
6	Sensor presencia	2.6.1
Cuadro	Acoplador area	2.0.0
	Acoplador linea	2.1.0

	Actuador luz 8 salidas	2.0.1
	Actuador luz 4 salidas	2.1.30
	Actuador persianas 4 salidas	2.1.31
	Actuador A/C	2.1.32
	Acoplador linea	2.2.0
	Actuador luz 4 salidas	2.2.30
	Actuador persianas 4 salidas	2.2.31
	Actuador A/C	2.2.32
	Acoplador linea	2.3.0
	Actuador luz 4 salidas	2.3.30
	Actuador persianas 4 salidas	2.3.31
	Actuador A/C	2.3.32
	Acoplador linea	2.4.0
	Actuador luz 4 salidas	2.4.30
	Actuador persianas 4 salidas	2.4.31
	Actuador A/C	2.4.32
	Acoplador linea	2.5.0
	Actuador luz 4 salidas	2.5.30
	Actuador persianas 4 salidas	2.5.31
	Actuador A/C	2.5.32
	Acoplador linea	2.6.0
	Actuador luz 4 salidas	2.6.30
	Actuador persianas 4 salidas	2.6.31
	Actuador A/C	2.6.32

Línea 1

Habitaciones Zona 1		
Zona	dispositivo	dirección
Habitación 1	Sensor magnetico	2.1.2
	Sensor temperatura	2.1.3
	Control luz	2.1.4
	Control persianas	2.1.5
	Sensor magnetico	2.1.6
Habitación 2	Sensor magnetico	2.1.7
	Sensor temperatura	2.1.8
	Control luz	2.1.9
	Control persianas	2.1.10

	Sensor magnetico	2.1.11
Habitación 3	Sensor magnetico	2.1.12
	Sensor temperatura	2.1.13
	Control luz	2.1.14
	Control persianas	2.1.15
	Sensor magnetico	2.1.16
Habitación 4	Sensor magnetico	2.1.17
	Sensor temperatura	2.1.18
	Control luz	2.1.19
	Control persianas	2.1.20
	Sensor magnetico	2.1.21

Línea 2

Habitaciones Zona 2		
Zona	dispositivo	dirección
Habitación 5	Sensor magnetico	2.2.2
	Sensor temperatura	2.2.3
	Control luz	2.2.4
	Control persianas	2.2.5
	Sensor magnetico	2.2.6
Habitación 6	Sensor magnetico	2.2.7
	Sensor temperatura	2.2.8
	Control luz	2.2.9
	Control persianas	2.2.10
	Sensor magnetico	2.2.11
Habitación 7	Sensor magnetico	2.2.12
	Sensor temperatura	2.2.13
	Control luz	2.2.14
	Control persianas	2.2.15
	Sensor magnetico	2.2.16
Habitación 8	Sensor magnetico	2.2.17
	Sensor temperatura	2.2.18
	Control luz	2.2.19
	Control persianas	2.2.20
	Sensor magnetico	2.2.21

Línea 3

Habitaciones Zona 3		
Zona	dispositivo	dirección
Habitación 9	Sensor magnetico	2.3.2
	Sensor temperatura	2.3.3
	Control luz	2.3.4
	Control persianas	2.3.5
	Sensor magnetico	2.3.6
Habitación 10	Sensor magnetico	2.3.7
	Sensor temperatura	2.3.8
	Control luz	2.3.9
	Control persianas	2.3.10
	Sensor magnetico	2.3.11
Habitación 11	Sensor magnetico	2.3.12
	Sensor temperatura	2.3.13
	Control luz	2.3.14
	Control persianas	2.3.15
	Sensor magnetico	2.3.16
Habitación 12	Sensor magnetico	2.3.17
	Sensor temperatura	2.3.18
	Control luz	2.3.19
	Control persianas	2.3.20
	Sensor magnetico	2.3.21

Línea 4

Habitaciones Zona 4		
Zona	dispositivo	dirección
Habitación 13	Sensor magnetico	2.4.2
	Sensor temperatura	2.4.3
	Control luz	2.4.4
	Control persianas	2.4.5
	Sensor magnetico	2.4.6
Habitación 14	Sensor magnetico	2.4.7
	Sensor temperatura	2.4.8
	Control luz	2.4.9
	Control persianas	2.4.10
	Sensor magnetico	2.4.11
Habitación	Sensor magnetico	2.4.12

15	Sensor temperatura	2.4.13
	Control luz	2.4.14
	Control persianas	2.4.15
	Sensor magnetico	2.4.16
Habitación 16	Sensor magnetico	2.4.17
	Sensor temperatura	2.4.18
	Control luz	2.4.19
	Control persianas	2.4.20
	Sensor magnetico	2.4.21

Línea 5

Habitaciones Zona 5		
Zona	dispositivo	dirección
Habitación 17	Sensor magnetico	2.5.2
	Sensor temperatura	2.5.3
	Control luz	2.5.4
	Control persianas	2.5.5
	Sensor magnetico	2.5.6
Habitación 18	Sensor magnetico	2.5.7
	Sensor temperatura	2.5.8
	Control luz	2.5.9
	Control persianas	2.5.10
	Sensor magnetico	2.5.11
Habitación 19	Sensor magnetico	2.5.12
	Sensor temperatura	2.5.13
	Control luz	2.5.14
	Control persianas	2.5.15
	Sensor magnetico	2.5.16
Habitación 20	Sensor magnetico	2.5.17
	Sensor temperatura	2.5.18
	Control luz	2.5.19
	Control persianas	2.5.20
	Sensor magnetico	2.5.21

Línea 6

Habitaciones Zona 6		
Zona	dispositivo	dirección
Habitación 21	Sensor magnetico	2.6.2
	Sensor temperatura	2.6.3
	Control luz	2.6.4
	Control persianas	2.6.5
	Sensor magnetico	2.6.6
Habitación 22	Sensor magnetico	2.6.7
	Sensor temperatura	2.6.8
	Control luz	2.6.9
	Control persianas	2.6.10
	Sensor magnetico	2.6.11
Habitación 23	Sensor magnetico	2.6.12
	Sensor temperatura	2.6.13
	Control luz	2.6.14
	Control persianas	2.6.15
	Sensor magnetico	2.6.16
Habitación 24	Sensor magnetico	2.6.17
	Sensor temperatura	2.6.18
	Control luz	2.6.19
	Control persianas	2.6.20
	Sensor magnetico	2.6.21

6.2.3.Planta sótano (Área 15)

Sotano		
Ubicación	dispositivo	dirección
Sala	Control luz	15.0.1
	Detector humos	15.0.2
Cuadro	Acoplador area	15.0.0
	Actuador luz 8 salidas	15.0.30

6.3. Bloques de parámetros

6.3.1.Planta baja (Área 1)

6.3.1.1. Línea 0

0.0.4		
Interruptor horario		
Interruptor horario normal, para control de iluminación		
Noche	On/Off	00/00/001

6.3.1.2. Línea 1

1.1.1		
Sensor temperatura		
Controlar temperatura del auditorio		
Boton 1	On/Off	01/01/001
Boton 2	Subir temp	01/01/002
Boton 3	Bajar temp	01/01/003

1.1.2		
Pulsador control de luz		
Control de luces del auditorio		
Boton izq	On/Off	01/01/004
Boton dcha	Cambiar luminosidad	01/01/005

1.1.3		
Pulsador control de luz		
Control de luces del auditorio		
Boton izq	On/Off	01/01/004
Boton dcha	Cambiar luminosidad	01/01/005

1.1.4		
Sensor de presencia		
Control de accesos al baño		
Detección	On/Off	01/01/006

1.1.5		
Sensor de presencia		
Control de accesos al baño		
Detección	On/Off	01/01/007

1.1.30		
Actuador iluminación		
Control iluminación auditorio		
01/01/004	On/Off	Circuito 1
01/01/005	Regulación	
01/01/004	On/Off	Circuito 2
01/01/005	Regulación	
01/01/004	On/Off	Circuito 3

01/01/005	Regulación	
01/01/004	On/Off	Circuito 4
01/01/005	Regulación	
01/01/004	On/Off	Circuito 5
01/01/005	Regulación	
	On/Off	
	Regulación	
01/01/006	On/Off	Baño hombres
	Regulación	
01/01/007	On/Off	Baño mujeres
	Regulación	

1.1.31		
Actuador Aire acondicionado		
Control de las máquinas de A/C del auditorio		
01/01/001	On/Off	Maq 1
01/01/002 01/01/003	Regulación	
01/01/001	On/Off	Maq 2
01/01/002 01/01/003	Regulación	
01/01/001	On/Off	Maq 3
01/01/002 01/01/003	Regulación	
01/01/001	On/Off	Maq 4
01/01/002 01/01/003	Regulación	
		Salida 5
		Salida 6
		Salida 7
		Salida 8

6.3.1.3. Línea 2

1.2.1		
Sensor magnético		
Detectar si la ventana del archivo está abierta o no		
Detección	On/Off	01/02/001

1.2.2		
Sensor temperatura		
Controlar temperatura del archivo		
Boton 1	On/Off	01/02/002
Boton 2	Subir temp	01/02/003
Boton 3	Bajar temp	01/02/004

1.2.3		
Pulsador control de luz		
Control de luces del archivo		
Boton izq	On/Off	01/02/005
Boton dcha	Cambiar luminosidad	01/02/006

1.2.4		
Sensor magnético		
Detectar si la puerta del archivo está abierta o no		
Detección	On/Off	01/02/007

1.2.5		
Control persianas		
Controlar las persianas del archivo		
Boton 1	Subir un pulso	01/02/008
Boton 2	Bajar un pulso	01/02/009
Pulsación larga	Subir/bajar todo	01/02/010

1.2.6		
Sensor magnético		
Detectar si la puerta de la sala de seguridad está abierta o no		
Detección	On/Off	01/02/011

1.2.7		
Sensor temperatura		
Controlar temperatura de la sala de seguridad		

Boton 1	On/Off	01/02/012
Boton 2	Subir temp	01/02/013
Boton 3	Bajar temp	01/02/014

1.2.8		
Pulsador control de luz		
Control de luces de la sala de seguridad		
Boton izq	On/Off	01/02/015
Boton dcha	Cambiar luminosidad	01/02/016

1.2.9		
Sensor de presencia		
Control de accesos al baño		
Detección	On/Off	01/02/017

1.2.10		
Sensor de presencia		
Control de accesos al baño		
Detección	On/Off	01/02/018

1.2.11		
Sensor magnético		
Detectar si la puerta de la sala de seguridad está abierta o no		
Detección	On/Off	01/02/019

1.2.12		
Sensor temperatura		
Controlar temperatura de la sala de seguridad		
Boton 1	On/Off	01/02/020
Boton 2	Subir temp	01/02/021
Boton 3	Bajar temp	01/02/022

1.2.13		
Pulsador control de luz		
Control de luces de la sala de seguridad		
Boton izq	On/Off	01/02/023
Boton dcha	Cambiar luminosidad	01/02/024
1.2.14		
Sensor magnético		
Detectar si la ventana del cuarto del gerente está abierta o no		

Detección	On/Off	01/02/025

1.2.15		
Sensor temperatura		
Controlar temperatura del cuarto del gerente		
Boton 1	On/Off	01/02/026
Boton 2	Subir temp	01/02/027
Boton 3	Bajar temp	01/02/028

1.2.16		
Pulsador control de luz		
Control de luces del cuarto del gerente		
Boton izq	On/Off	01/02/028
Boton dcha	Cambiar luminosidad	01/02/029

1.2.17		
Sensor magnético		
Detectar si la puerta del cuarto del gerente está abierta o no		
Detección	On/Off	01/02/030

1.2.18		
Control persianas		
Controlar las persianas del cuarto del gerente		
Boton 1	Subir un pulso	01/02/031
Boton 2	Bajar un pulso	01/02/032
Pulsación larga	Subir/bajar todo	01/02/033

1.2.19		
Sensor magnético		
Detectar si la puerta de la sala de juntas está abierta o no		
Detección	On/Off	01/02/034

1.2.20		
Sensor temperatura		
Controlar temperatura de la sala de juntas		
Boton 1	On/Off	01/02/035
Boton 2	Subir temp	01/02/036
Boton 3	Bajar temp	01/02/037

1.2.21		
Pulsador control de luz		
Control de luces de la sala de juntas		
Boton izq	On/Off	01/02/038
Boton dcha	Cambiar luminosidad	01/02/039

1.2.22		
Sensor magnético		
Detectar si la puerta de la secretaria está abierta o no		
Detección	On/Off	01/02/040
1.2.23		
Sensor temperatura		
Controlar temperatura de la secretaria		
Boton 1	On/Off	01/02/041
Boton 2	Subir temp	01/02/042
Boton 3	Bajar temp	01/02/043

1.2.24		
Pulsador control de luz		
Control de luces de la secretaria		
Boton izq	On/Off	01/02/044
Boton dcha	Cambiar luminosidad	01/02/045

1.2.25		
Sensor de presencia		
Control de presencia pasillo		
Detección	On/Off	01/02/046
1.2.26		
Sensor de presencia		
Control de presencia pasillo		
Detección	On/Off	01/02/046

1.2.30		
Actuador iluminación		
Control iluminación		
01/02/005	On/Off	Archivo
01/02/006	Regulación	
01/02/015	On/Off	Caja Seguridad
01/02/016	Regulación	
01/02/017	On/Off	Baño hombres
	Regulación	
01/02/018	On/Off	Baño mujeres
	Regulación	
01/02/023	On/Off	Sala de seguridad
01/02/024	Regulación	
01/02/028	On/Off	Gerente
01/02/029	Regulación	
01/02/038	On/Off	Sala de juntas
01/02/039	Regulación	
01/02/044	On/Off	Secretaria
01/02/045	Regulación	

1.2.31		
Actuador iluminación		
Control iluminación		
01/02/046	On/Off	Pasillo
01/02/046	On/Off	Pasillo
01/02/046	On/Off	Recepción
		Libre
		Libre
		Libre
		Libre
		Libre

1.2.32		
Actuador persianas		
Control de las persianas		
01/02/008	Subir un pulso	Archivo
01/02/009	Bajar un pulso	
01/02/010	Subir todo	
01/02/010	Bajar todo	
01/02/031	Subir un pulso	Gerente
01/02/032	Bajar un pulso	
01/02/033	Subir todo	
01/02/033	Bajar todo	
		libre

		libre

1.2.33		
Actuador Aire acondicionado		
Control de las máquinas de A/C de las oficinas		
01/02/002	On/Off	Archivo
01/02/003	Subir temp	
01/02/004	Bajar temp	
01/02/001 01/02/007	Pausar	
01/02/012	On/Off	Caja seguridad
01/02/013	Subir temp	
01/02/014	Bajar temp	
01/02/011	Pausar	
01/02/020	On/Off	Sala seguridad
01/02/021	Subir temp	
01/02/022	Bajar temp	
01/02/019	Pausar	
01/02/026	On/Off	Gerente
01/02/027	Subir temp	
01/02/028	Bajar temp	
01/02/025 01/02/030	Pausar	

1.2.34		
Actuador Aire acondicionado		
Control de las máquinas de A/C de las oficinas		
01/02/035	On/Off	Sala de juntas
01/02/036	Subir	

	temp	
01/02/037	Bajar temp	
01/02/034	Pausar	
01/02/041	On/Off	Secretaria
01/02/042	Subir temp	
01/02/043	Bajar temp	
01/02/040	Pausar	
		libre
		libre

6.3.1.4. Línea 3

1.3.1		
Sensor temperatura		
Controlar temperatura de la tienda		
Boton 1	On/Off	01/03/001
Boton 2	Subir temp	01/03/002
Boton 3	Bajar temp	01/03/003

1.3.2		
Pulsador control de luz		
Control de luces de la tienda		
Boton izq	On/Off	01/03/004
Boton dcha	Cambiar luminosidad	01/03/005

1.3.3		
Pulsador control de luz		
Control de luces del deposito		
Boton izq	On/Off	01/03/006
Boton dcha	Cambiar luminosidad	01/03/007

1.3.30		
Actuador iluminación		
Control iluminación		
01/03/004	On/Off	Tienda
01/03/005	Regulación	
01/03/006	On/Off	Depósito
01/03/007	Regulación	
		libre
		libre
		libre
		libre
		libre

		libre

1.2.31		
Actuador Aire acondicionado		
Control de las máquinas de A/C		
01/03/001	On/Off	Tienda
01/03/002	Subir temp	
01/03/003	Bajar temp	
		libre
		libre
		libre

6.3.1.5. Línea 4

1.4.1		
Pulsador control de luz		
Control de luces del gimnasio		
Boton izq	On/Off	01/04/001
Boton dcha	Cambiar luminosidad	01/04/002

1.4.2		
Sensor de presencia		
Control de accesos al baño		
Detección	On/Off	01/04/003

1.4.3		
Sensor de presencia		
Control de accesos al baño		
Detección	On/Off	01/04/003

1.4.4		
Sensor de presencia		
Control de accesos al baño		
Detección	On/Off	01/04/004

1.4.5		
Sensor de presencia		
Control de accesos al baño		
Detección	On/Off	01/04/004

1.4.6		
Pulsador control de luz		
Control de luces sala monitores		
Boton izq	On/Off	01/04/005
Boton dcha	Cambiar luminosidad	01/04/006

1.4.30		
Actuador iluminación		
Control iluminación		
01/04/001	On/Off	Circuito 1
01/04/002	Regulación	
01/04/001	On/Off	Circuito 2
01/04/002	Regulación	
01/04/001	On/Off	Circuito 3
01/04/002	Regulación	
01/04/003	On/Off	Baños hombres
01/04/004	On/Off	Baños mujeres
01/04/005	On/Off	Sala monitores
01/04/006	Regulación	
		libre
		libre

6.3.1.6. Línea 5

1.5.1		
Pulsador control de luz		
Control de luces del restaurante		
Boton izq	On/Off	01/05/001
Boton dcha	Cambiar luminosidad	01/05/002

1.5.2		
Sensor temperatura		
Controlar temperatura del restuarante		
Boton 1	On/Off	01/05/003
Boton 2	Subir temp	01/05/004
Boton 3	Bajar temp	01/05/005

1.5.3		
Sensor de presencia		
Control de accesos al baño		
Detección	On/Off	01/05/006

1.5.4		
Sensor de presencia		
Control de accesos al baño		
Detección	On/Off	01/05/007

1.5.5		
Sensor de presencia		
Control de accesos al baño		
Detección	On/Off	01/05/008

1.5.30		
Actuador iluminación		
Control iluminación		
01/05/001	On/Off	Circuito 1
01/05/002	Regulación	
01/05/001	On/Off	Circuito 2
01/05/002	Regulación	
01/05/001	On/Off	Circuito 3
01/05/002	Regulación	
01/05/001	On/Off	Circuito 4
01/05/002	Regulación	
01/05/001	On/Off	Circuito 5
01/05/002	Regulación	
01/05/001	On/Off	Circuito 6
01/05/002	Regulación	
01/05/007	On/Off	Baños hombres
01/05/006	On/Off	
01/05/008	On/Off	Baños mujeres
01/05/006	On/Off	

1.5.31		
Actuador Aire acondicionado		
Control de las máquinas de A/C		
01/05/003	On/Off	Maq 1
01/05/004	Subir temp	
01/05/005	Bajar	

	temp	
01/05/003	On/Off	Maq 2
01/05/004	Subir temp	
01/05/005	Bajar temp	
01/05/003	On/Off	Maq 3
01/05/004	Subir temp	
01/05/005	Bajar temp	
01/05/003	On/Off	Maq 4
01/05/004	Subir temp	
01/05/005	Bajar temp	

6.3.1.7. Línea 6

1.6.1		
Pulsador control de luz		
Control de luces del bar		
Boton izq	On/Off	01/06/001
Boton dcha	Cambiar luminosidad	01/06/002

1.6.2		
Pulsador control de luz		
Control de luces del comedor empleados		
Boton izq	On/Off	01/06/003
Boton dcha	Cambiar luminosidad	01/06/004

1.6.3		
Sensor temperatura		
Controlar temperatura del comedor de empelados		
Boton 1	On/Off	01/06/005
Boton 2	Subir temp	01/06/006
Boton 3	Bajar temp	01/06/007

1.6.4		
Pulsador control de luz		
Control de luces del lavadero		
Boton izq	On/Off	01/06/008
Boton dcha	Cambiar luminosidad	01/06/009

1.6.5		
Sensor temperatura		
Controlar temperatura del lavadero		
Boton 1	On/Off	01/06/010
Boton 2	Subir temp	01/06/011
Boton 3	Bajar temp	01/06/012

1.6.6		
Sensor de presencia		
Control de accesos al baño		
Detección	On/Off	01/06/013

1.6.7		
Sensor de presencia		
Control de accesos al baño		
Detección	On/Off	01/06/014

1.6.8		
Sensor de presencia		
Control de accesos al vestuario		
Detección	On/Off	01/06/015

1.6.9		
Sensor de presencia		
Control de accesos al vestuario		
Detección	On/Off	01/06/016

1.6.30		
Actuador iluminación		
Control iluminación		
01/06/001	On/Off	Bar 1
01/06/002	Regulación	
01/06/001	On/Off	Bar 2
01/06/002	Regulación	
01/06/001	On/Off	Bar 3
01/06/002	Regulación	
01/06/001	On/Off	Bar 4
01/06/002	Regulación	
01/06/003	On/Off	Comedor empleados
01/06/004	Regulación	
01/06/008	On/Off	Zona lavado
01/06/009	Regulación	
01/06/013	On/Off	Baños hombres
01/06/015	On/Off	
01/06/014	On/Off	Baños mujeres
01/06/016	On/Off	

1.6.31		
Actuador Aire acondicionado		
Control de las máquinas de A/C		
01/06/005	On/Off	Maq 1 comedor
01/06/006	Subir temp	
01/06/007	Bajar temp	
01/06/005	On/Off	Maq 2 comedor
01/06/006	Subir temp	
01/06/007	Bajar temp	
01/06/010	On/Off	Maq 3 lavadero
01/06/011	Subir temp	
01/06/012	Bajar temp	

01/06/010	On/Off	Maq 4 lavadero
01/06/011	Subir temp	
01/06/012	Bajar temp	

6.3.1.8. Línea 7

1.7.1		
Sensor temperatura		
Controlar temperatura de la sala de estar		
Boton 1	On/Off	01/07/001
Boton 2	Subir temp	01/07/002
Boton 3	Bajar temp	01/07/003

1.7.2		
Sensor de presencia		
Control de personas		
Detección	On/Off	01/07/004

1.7.3		
Sensor de presencia		
Control de personas		
Detección	On/Off	01/07/005

1.7.4		
Sensor de presencia		
Control de accesos al baño		
Detección	On/Off	01/07/006

1.7.5		
Sensor de presencia		
Control de accesos al baño		
Detección	On/Off	01/07/007

1.7.30		
Actuador iluminación		
Control iluminación		
01/07/004	On/Off	Circuito 1
00/00/001	Regulación	
01/07/004	On/Off	Circuito 2
00/00/001	Regulación	
01/07/004	On/Off	Circuito 3
00/00/001	Regulación	
01/07/005	On/Off	Circuito 4
00/00/001	Regulación	
01/07/005	On/Off	Circuito 5
00/00/001	Regulación	
		libre
01/07/006	On/Off	Baños hombres
01/07/007	On/Off	Baños mujeres

1.7.31		
Actuador Aire acondicionado		
Control de las máquinas de A/C		
01/07/001	On/Off	Maq 1
01/07/002	Subir temp	
01/07/003	Bajar temp	
01/07/001	On/Off	Maq 2
01/07/002	Subir temp	
01/07/003	Bajar temp	
		libre
		libre

6.3.1.9. Línea 8

1.8.1		
Pulsador control de luz		
Control de luces salón de fiestas		
Boton izq	On/Off	01/08/001
Boton dcha	Cambiar luminosidad	01/08/002

1.8.2		
Sensor temperatura		

Controlar temperatura de la sala de fiestas		
Boton 1	On/Off	01/08/003
Boton 2	Subir temp	01/08/004
Boton 3	Bajar temp	01/08/005

1.8.3		
Pulsador control de luz		
Control de luces salón de sala de apoyo		
Boton izq	On/Off	01/08/006
Boton dcha	Cambiar luminosidad	01/08/007

1.8.4		
Sensor de presencia		
Control de accesos al baño		
Detección	On/Off	01/08/008

1.8.5		
Sensor de presencia		
Control de accesos al baño		
Detección	On/Off	01/08/009

1.8.30		
Actuador iluminación		
Control iluminación		
01/08/001	On/Off	Circuito 1
01/08/002	Regulación	
01/08/001	On/Off	Circuito 2
01/08/002	Regulación	
01/08/001	On/Off	Circuito 3
01/08/002	Regulación	
01/08/001	On/Off	Circuito 4
01/08/002	Regulación	
01/08/001	On/Off	Circuito 5
01/08/002	Regulación	
01/08/001	On/Off	Circuito 6
01/08/002	Regulación	
		libre
		libre

1.8.31		
Actuador iluminación		
Control iluminación		
01/08/006	On/Off	Sala soporte
01/08/007	Regulación	
01/08/006	On/Off	Sala soporte
01/08/007	Regulación	
01/08/008	On/Off	Baños hombres
	Regulación	
01/08/009	On/Off	Baños mujeres
	Regulación	
		libre

		libre
		libre
		libre

1.8.32		
Actuador Aire acondicionado		
Control de las máquinas de A/C		
01/08/003	On/Off	Maq 1
01/08/004	Subir temp	
01/08/005	Bajar temp	
01/08/003	On/Off	Maq 2
01/08/004	Subir temp	
01/08/005	Bajar temp	
01/08/003	On/Off	Maq 3
01/08/004	Subir temp	
01/08/005	Bajar temp	
01/08/003	On/Off	Maq 4
01/08/004	Subir temp	
01/08/005	Bajar temp	

1.8.33		
Actuador Aire acondicionado		
Control de las máquinas de A/C		
01/08/003	On/Off	Maq 5
01/08/004	Subir temp	
01/08/005	Bajar temp	
01/08/003	On/Off	Maq 6
01/08/004	Subir temp	
01/08/005	Bajar temp	
01/08/003	On/Off	Maq 7
01/08/004	Subir temp	
01/08/005	Bajar temp	
01/08/003	On/Off	Maq 8
01/08/004	Subir temp	
01/08/005	Bajar temp	

6.3.2. Plana tipo (Áreas 2, 3 y 4)

Para realizar estas habitaciones, se ha realizado de manera genérica para evitar repetir la misma información repetidas veces.

El valor de la “X” es un número de 1 hasta 6, simbolizando cada una de las 6 zonas en las que se ha dividido las plantas tipo.

Para las plantas superiores, igual ocurre, solo que cambiando el 2 por un 3 (si es para la segunda planta) o un 4 (si es para la tercera).

2.X.1		
Sensor de presencia		
Control de presencia en pasillos		
Detección	On/Off	02/0X/001

2.X.2		
Sensor magnético		
Detectar si la puerta de la habitación está abierta o no		
Detección	On/Off	02/0X/020

2.X.3		
Sensor temperatura		
Controlar temperatura de la habitación		
Boton 1	On/Off	02/0X/030
Boton 2	Subir temp	02/0X/031
Boton 3	Bajar temp	02/0X/032

2.x.4		
Pulsador control de luz		
Control de luces de la habitación		
Boton izq	On/Off	02/0X/040
Boton dcha	Cambiar luminosidad	02/0X/041

2.X.5		
Control persianas		
Controlar las persianas del archivo		
Boton 1	Subir un pulso	02/0X/050
Boton 2	Bajar un pulso	02/0X/051
Pulsación larga	Subir/bajar todo	02/0X/052

2.X.6		
Sensor magnético		
Detectar si la ventana de la habitación está abierta o no		
Detección	On/Off	02/0X/060

2.X.7		
Sensor magnético		
Detectar si la puerta de la habitación está abierta o no		
Detección	On/Off	02/0X/070

2.X.8		
Sensor temperatura		
Controlar temperatura de la habitación		
Boton 1	On/Off	02/0X/080
Boton 2	Subir temp	02/0X/081

Boton 3	Bajar temp	02/0X/082

2.x.9		
Pulsador control de luz		
Control de luces de la habitación		
Boton izq	On/Off	02/0X/090
Boton dcha	Cambiar luminosidad	02/0X/091

2.X.10		
Control persianas		
Controlar las persianas del archivo		
Boton 1	Subir un pulso	02/0X/100
Boton 2	Bajar un pulso	02/0X/101
Pulsación larga	Subir/bajar todo	02/0X/102

2.X.11		
Sensor magnético		
Detectar si la ventana de la habitación está abierta o no		
Detección	On/Off	02/0X/110

2.X.12		
Sensor magnético		
Detectar si la puerta de la habitación está abierta o no		
Detección	On/Off	02/0X/120

2.X.13		
Sensor temperatura		
Controlar temperatura de la habitación		
Boton 1	On/Off	02/0X/130
Boton 2	Subir temp	02/0X/131
Boton 3	Bajar temp	02/0X/132

2.x.14		
Pulsador control de luz		
Control de luces de la habitación		
Boton izq	On/Off	02/0X/140
Boton dcha	Cambiar luminosidad	02/0X/141

2.X.15		
Control persianas		
Controlar las persianas del archivo		
Boton 1	Subir un pulso	02/0X/150

Boton 2	Bajar un pulso	02/0X/151
Pulsación larga	Subir/bajar todo	02/0X/152

2.X.16		
Sensor magnético		
Detectar si la ventana de la habitación está abierta o no		
Detección	On/Off	02/0X/160

2.X.17		
Sensor magnético		
Detectar si la puerta de la habitación está abierta o no		
Detección	On/Off	02/0X/170

2.X.18		
Sensor temperatura		
Controlar temperatura de la habitación		
Boton 1	On/Off	02/0X/180
Boton 2	Subir temp	02/0X/181
Boton 3	Bajar temp	02/0X/182

2.x.19		
Pulsador control de luz		
Control de luces de la habitación		
Boton izq	On/Off	02/0X/190
Boton dcha	Cambiar luminosidad	02/0X/191

2.X.20		
Control persianas		
Controlar las persianas del archivo		
Boton 1	Subir un pulso	02/0X/200
Boton 2	Bajar un pulso	02/0X/201
Pulsación larga	Subir/bajar todo	02/0X/202

2.X.21		
Sensor magnético		
Detectar si la ventana de la habitación está abierta o no		
Detección	On/Off	02/0X/210

2.X.30		
Actuador iluminación		
Control iluminación de las habitaciones		
02/0X/040	On/Off	HAB 1
02/0X/041	Regulación	
02/0X/090	On/Off	HAB 2

02/0X/091	Regulación	
02/0X/140	On/Off	HAB 3
02/0X/141	Regulación	
02/0X/190	On/Off	HAB 4
02/0X/191	Regulación	

1.X.31		
Actuador persianas		
Control de las persianas de las habitaciones		
02/0X/050	Subir un pulso	HAB 1
02/0X/051	Bajar un pulso	
02/0X/052	Subir todo	
02/0X/052	Bajar todo	
02/0X/100	Subir un pulso	HAB 2
02/0X/101	Bajar un pulso	
02/0X/102	Subir todo	
02/0X/102	Bajar todo	
02/0X/150	Subir un pulso	HAB 3
02/0X/151	Bajar un pulso	
02/0X/152	Subir todo	
02/0X/152	Bajar todo	
02/0X/200	Subir un pulso	HAB 4
02/0X/201	Bajar un pulso	
02/0X/202	Subir todo	
02/0X/202	Bajar todo	

1.X.32		
Actuador Aire acondicionado		
Control de las máquinas de A/C de las habitaciones		
02/0X/030	On/Off	HAB 1
02/0X/031	Subir temp	
02/0X/032	Bajar temp	
02/0X/020 02/0X/060	Pausar	
02/0X/080	On/Off	HAB 2
02/0X/081	Subir temp	
02/0X/082	Bajar temp	
02/0X/070 02/0X/110	Pausar	
02/0X/130	On/Off	HAB 3
02/0X/131	Subir temp	
02/0X/132	Bajar temp	
02/0X/120 02/0X/160	Pausar	
02/0X/180	On/Off	HAB 4
02/0X/181	Subir temp	
02/0X/182	Bajar temp	
02/0X/170 02/0X/210	Pausar	

7. Conclusiones

El autor del presente Proyecto estima, salvo superior criterio, que el documento redactado justifica todos los cálculos para la constitución y ejecución del presente proyecto.

Jaén, Septiembre de 2017

Juan Manuel Rodríguez Torres

El alumno



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Anexo 2

Componentes de la instalación KNX

INDICE ANEXO 2

1.	Introducción.....	256
2.	Componentes de conexión	256
2.1.	Cable.....	256
2.2.	Terminales de bus	257
2.3.	Protectores contra sobretensiones	258
3.	Componentes de carril DIN.....	259
3.1.	Fuentes de alimentación KNX (ref. 9680.4 ABB).....	259
3.2.	Acoplador de línea/área (Ref. 9687 ABB)	260
3.3.	Interface USB (Ref. 9686 USB/S 1.1 ABB).....	260
3.4.	KNX / LAN Gateway (ref. IPR/S 2.1 ABB).....	261
3.5.	Actuador de persianas 4 salidas (ref. JRA/S 4.24.5.1 ABB)	262
3.6.	Actuador de iluminación 8 salidas (ref. 6197/14-101-500 ABB).....	263
3.7.	Actuador de iluminación 4 salidas (ref. 6197/15-101-500 ABB).....	264
3.8.	Actuador de climatización con 4 canales (ref. ES/S 4.1.2.1 ABB)	265
3.9.	Interruptor horario (Ref. FW/S 8.2.1 ABB).....	265
4.	Componentes de empotrar	266
4.1.	Interfaz universal de pulsadores, empotrable 2 canales (ref. 9619.1 ABB).....	266
4.2.	Acoplador bus empotrar (Ref. 9620 ABB)	267
5.	Componentes superficie.....	268
5.1.	Triton (Ref. 9623.3 ABB)	268
5.2.	Zenit 2 canales (Ref. 6125/98-509 ABB).....	269
5.3.	Detector de presencia (ref. 9641.3 ABB)	269
5.4.	Detector de humo (Ref. 6826-84 ABB).....	270
6.	Componentes varios	270
6.1.	Detectores magnéticos (Ref. VSUE ABB)	270
6.2.	Pantalla táctil (Ref. 8136/12-825-500 ABB)	271

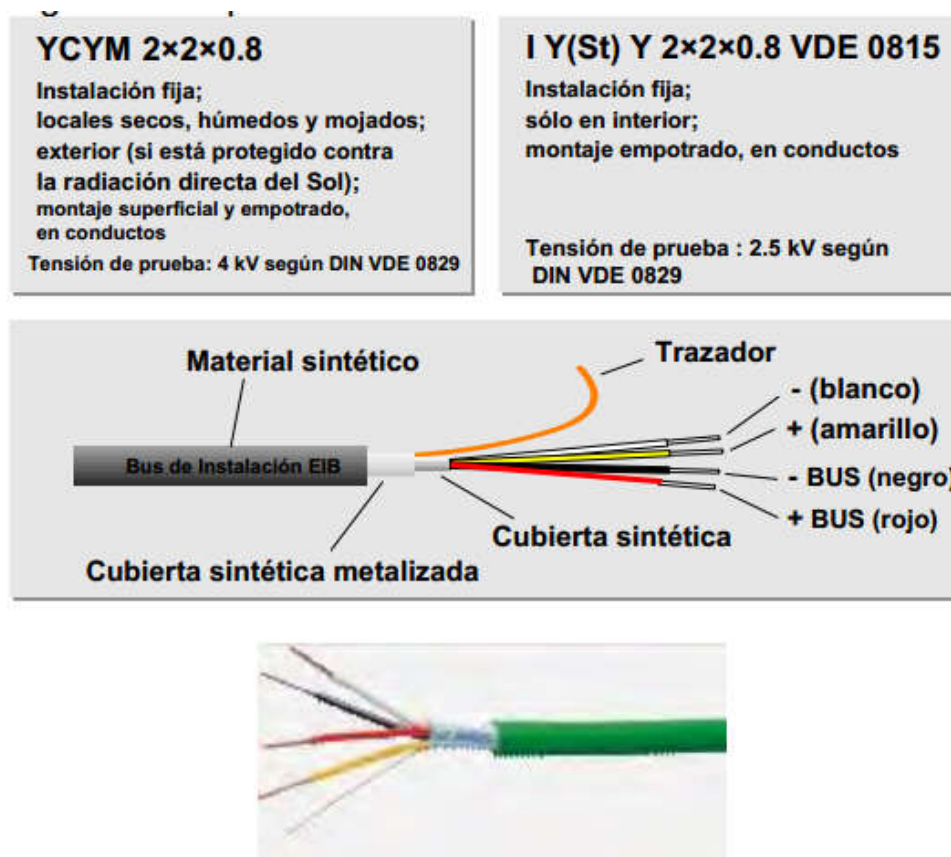
1. Introducción

Para saber la funcionalidad de cada componente dentro de la instalación a continuación se muestra un breve resumen de las funciones de cada componente. Si se desea una descripción más exhaustiva, instrucciones de instalación o programación consultar la página web del fabricante.

2. Componentes de conexión

2.1. Cable

Cumplirá las siguientes especificaciones:



.Ilustración 25: Cable bus KNX 4 pares

El puente de cable para el bus se utiliza para conectar aparatos a KNX que tienen un terminal de conexión al bus en el frente del aparato. Son adecuados para el cableado en cuadros de distribución así como en armarios de control donde el perfil es más largo. No hay restricciones en la longitud del puente.

Los puentes de cable de bus pueden estar prefabricados o fabricarlos nosotros mismos y permiten que los aparatos puedan ser cableados horizontalmente o verticalmente en línea en perfiles, rápidamente y sin cometer errores.

Los puentes de cable de bus consisten en un cable apantallado y una sección de cable de 0.8 Mm. tipo J-Y (ST) Y 2 x 2 x 0.8, DIN VDE 0815. Que además llevan un capuchón termorretráctil que protege y aísla los cables de bus, a los que se les ha retirado la cubierta exterior, y que se han pelado para realizar las conexiones



Ilustración 26: Puente cable bus

Los dos hilos de cable de bus se deben pelar unos 10 Mm. y conectarse a los bloques terminales para conexión/bifurcación (máximo 4 líneas por bloque). La pantalla sobrante debe ser retirada. Los dos hilos adicionales de bus y el trazador no se cortan y se recogen sobre el mismo cable, sino se utilizan.

2.2. *Terminales de bus*

El terminal del bus se utiliza para la conexión de la línea del bus a aparatos KNX tal como acopladores al bus empotrados, acopladores conectores de 4 hilos así como para puentear o derivar la línea del bus. Este bloque consta de dos mitades (rojo y negro) permanentemente unidas, que son aptas solamente para insertar el extremo pelado de los hilos del (rojo “+” y negro “-”).

Por lo tanto es posible desconectar aparatos del bus sin interrumpir la línea del bus.

Cuando se conecta el cable del bus, debería asegurarse que la conexión es de la polaridad correcta. Una polaridad inversa creará que no funcionen uno o más aparatos. Debido a la protección contra polaridad inversa integrada en los aparatos KNX, no se producirá ningún daño. Los colores serán Negro para el (-) y Rojo para el positivo (+)



Ilustración 27: Terminales

Para las alimentaciones auxiliares a 24VCC se utilizarán terminales de bus Blanco para el (-) y Amarillo para el positivo (+)

Cada terminal de bus admite un máximo de 4 conexiones, se recomienda no utilizar todas, para posibles ampliaciones.

Normalmente cada componente de bus lleva su terminal de conexión, pero deberemos adquirir algunos por separado para realizar ramificaciones, conexiones y prever posibles ampliaciones.

2.3. Protectores contra sobretensiones

Los aparatos KNX están protegidos internamente contra impulsos de sobretensión de hasta 2 Kv (1.2/50). El protector contra sobretensiones se utiliza para proteger los aparatos por encima de estos niveles.

Para instalar el protector de sobretensiones, el terminal de bus azul se inserta en el lugar usual del terminal de conexión al bus. Los cables rojo y negro se conectan al cable del bus y el verde/ amarillo se conectan al punto a tierra más cercano.



Ilustración 28: Protector contra sobretensiones

3. Componentes de carril DIN

Todos los componentes de instalación en carril DIN irán conectados al bus a través del terminal de conexión al bus. Componentes instalados en carril DIN en los cuadros domóticos:

3.1. *Fuentes de alimentación KNX (ref. 9680.4 ABB)*

Las fuentes de alimentación producen y regulan la tensión del sistema KNX. Las fuentes proporcionan una tensión de 24 V CC al bus, y en nuestro caso corrientes de 320 mA (ref. 9680.4 ABB), dependiendo del número de componentes que forman la línea. La línea de bus está desacoplada eléctricamente de la tensión de alimentación de 230 V AC con una bobina integrada. La tensión de alimentación está conectada a la línea de bus con un terminal de conexión al bus. Para la línea 0 o Backbone utilizaremos una fuente de 320mA y para el resto de líneas utilizaremos la de 630mA.



Ilustración 29: Fuente de alimentación

Algunas fuentes además de la salida principal de bus (Negro/Rojo) incluyen una salida adicional (Amarillo/Blanco) no filtrada (no incluye bobina) que puede utilizarse como otra línea de bus añadiendo una bobina adicional o filtro

3.2. *Acoplador de línea/área (Ref. 9687 ABB)*

Conecta una línea con la línea principal para la transferencia de datos. Además desde este punto de vista es capaz de aislar eléctricamente. Al mismo tiempo los telegramas pueden ser filtrados. De esta manera sólo pasarán los telegramas que se desee, que son necesarios en la otra línea. Con propósitos de diagnósticos es posible bloquear o dejar pasar todos los telegramas.

El elemento es el mismo para acoplador de línea / área o repetidor únicamente se cambia el programa de aplicación y se configura adecuadamente en el ETS.



Ilustración 30: Acoplador de área/línea

3.3. *Interface USB (Ref. 9686 USB/S 1.1 ABB)*

Permite la comunicación entre el PC y la instalación KNX. Por lo tanto, permite transferir la programación diseñada en el PC, directamente a los componentes del BUS. Dos LEDs indicativos en el componente indican la conexión del componente al PC y al bus. El interface USB simplemente se conecta al bus KNX y luego al USB del ordenador. El interface USB es detectado e instalado automáticamente por el sistema operativo del PC.



Ilustración 31: Interface USB

3.4. **KNX / LAN Gateway (ref. IPR/S 2.1 ABB)**

Permite la comunicación entre el sistema domótico y el usuario tanto desde el interior vía LAN o desde fuera de la vivienda vía conexión a Internet. Con este componente podremos visualizar el estado de nuestra instalación mediante un web Server integrado, programar acciones, conexión a cámaras de seguridad TCP/IP, reprogramar la instalación, control de la iluminación, etc. Por una lado se conecta al Bus KNX y por otro lado se conecta a la red TCP/IP a través de un conector RJ45.



Ilustración 32: KNX / LAN Gateway

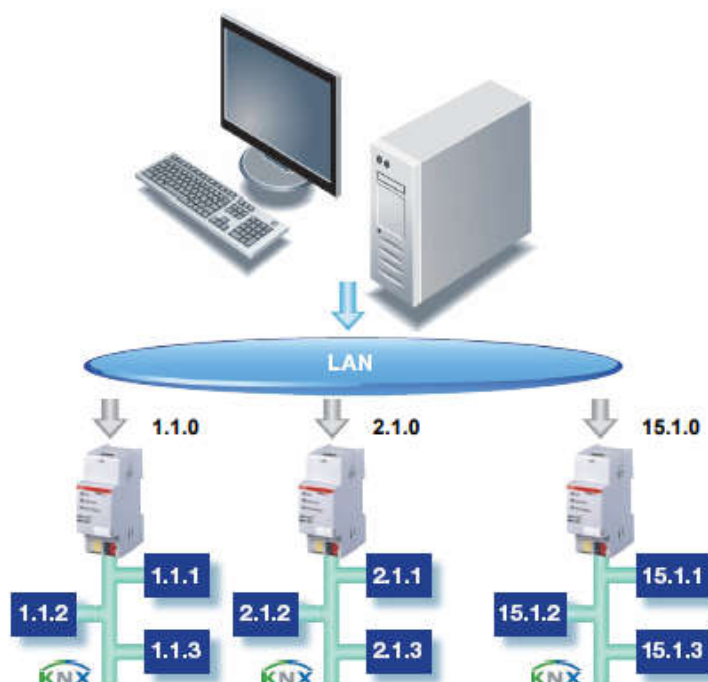


Ilustración 33: Posibilidades conexión.

Además este dispositivo incorpora

- Pasarela IP/KNX.
- Potente Visualización: 20 Proyectos/1000 páginas.
- Programación de tareas en tiempo real (no es necesario reprogramar). El número de tareas lo determina el tamaño de la memoria (podemos considerarlo ilimitado en proyectos medios/ altos).
- Funciones lógicas básicas (AND, OR, etc....).
- Temporizadores Semanales y Anuales.
- Funciones de retardo y temporización, reloj de escalera.
- Envío de fecha y hora al Bus KNX, reloj del sistema (Actualización hora y fecha vía Internet SNTP).
- Gestión de escenas de forma sencilla y potente, con función de memorización.
- Comparador avanzado, todos los EIS.
- Unidades de histéresis y umbral lógico.
- Gestión avanzada de texto EIS 16, envío, recepción, comparación.
- Envío de correos electrónicos.
- Comunicación telefónica WAP.
- Visualización en dispositivos móviles (PDA, iPhone, iPad)
- Integración cámaras IP.
- Control equipos multimedia (Infrarrojos, RS232)
- Integración Multimedia (SqueezeBox, MacMyHome)
- Histórico de telegramas (Bases de datos)
- Conexión de instalaciones con varios eibPorts (KNX/IP)
- Software de escritorio (eibDesk)
- Software control Pantallas Táctiles HIT (Upnp, contenidos)
- Librería de componentes y software de diseño.

3.5. *Actuador de persianas 4 salidas (ref. JRA/S 4.24.5.1 ABB)*

Se utiliza para controlar un máximo de 4 motores independientes de 24 V CC a través de ABB-KNX. Los componentes están diseñados para el posicionamiento de persianas, celosías, toldos y demás productos, así como

para el control de puertas, ventanas y compuertas de ventilación. No es necesario tensión auxiliar adicional.

Los tiempos de trayecto del motor se detectan de forma automática a través de detección de corriente. Dispone de unos botones en la parte frontal para el control manual. El estado actual de la salida se muestra a través de LEDs.

En nuestra instalación se utilizarán para el control de las persianas, en las estancias donde sea necesario el control de las mismas.



Ilustración 34: Actuador de persianas 4 canales

3.6. Actuador de iluminación 8 salidas (ref. 6197/14-101-500 ABB)

Regulador universal multi-canal para el control de lámparas incandescentes, lámparas halógenas de 230 V, lámparas halógenas de baja tensión con transformadores convencionales o electrónicos, lámparas regulables de bajo consumo y lámparas LED con 8 salidas.

Posibilidad de conexión de canales en paralelo vía cable de puente para aumentar la capacidad de carga. Indicación de estado/posición de las salidas vía LED.

Posibilidad de operación local incluso sin tensión de bus o sin programar.



Ilustración 35: Actuador 8 salidas de iluminación

3.7. **Actuador de iluminación 4 salidas (ref. 6197/15-101-500 ABB)**

Regulador universal multi-canal para el control de lámparas incandescentes, lámparas halógenas de 230 V, lámparas halógenas de baja tensión con transformadores convencionales o electrónicos, lámparas regulables de bajo consumo y lámparas LED con 8 salidas.

Posibilidad de conexión de canales en paralelo vía cable de puente para aumentar la capacidad de carga. Indicación de estado/posición de las salidas vía LED.

Posibilidad de operación local incluso sin tensión de bus o sin programar.



Ilustración 36: Actuador 4 salidas de iluminación

3.8. *Actuador de climatización con 4 canales (ref. ES/S 4.1.2.1 ABB)*

Controla de forma silenciosa accionamientos de válvulas electrotérmicas (Ej. TSA/K, 24 V...230 V CA/CC) de sistemas de calefacción y refrigeración. Las salidas son a prueba de cortocircuito y sobrecarga. Con cómodo funcionamiento manual y visualización de estado. Una válvula de purga automática garantiza un caudal constante



Ilustración 37: Actuador de climatización de 4 canales

3.9. *Interruptor horario (Ref. FW/S 8.2.1 ABB)*

Interruptor horario programable. Puede dar distintas señales según la hora y la función que se requiera.



Ilustración 38: Interruptor horario

4. Componentes de empotrar

4.1. *Interfaz universal de pulsadores, empotrable 2 canales (ref. 9619.1 ABB)*

Los interfaces universales son módulos de entradas binarias con 2 entradas para contactos de interruptor o pulsador libres de potencial. De esta forma, a través de los pulsadores o interruptores conectados, se pueden enviar órdenes a los actuadores, tales como apagar/encender, atenuar luces o subir y bajar persianas, contactos auxiliares como contactos de ventanas y puertas. Además, cada entrada puede ser parametrizada como salida de 1,5 mA para LED de baja corriente.

El dispositivo se puede montar conjuntamente con pulsadores e interruptores convencionales en cajas empotradas. De esta forma se pueden integrar todas las gamas de interruptores en las instalaciones KNX.

Su altura es de solo 10 Mm., lo que corresponde con la altura de los bloques de conexión KNX. Mediante la configuración de los parámetros se dispone de las siguientes funciones:

- Entrada de interruptor / pulsador
- Control de regulación de luz
- Transmisión de valores
- Control de los LED

El tipo de señal (conexión, funcionamiento de persianas, prioridad, valor y valor de temperatura) y el comportamiento con los flancos ascendentes o descendentes se pueden determinar individualmente y ofrece funciones como tiempo de rebote, contador de pulsos, limitación del rango de telegramas, funcionamiento NA y NC y bloquear objetos de comunicación, y la reacción a las señales de bloqueo o tras el restablecimiento del bus.



Ilustración 39: Pulsadores epotrables

4.2. Acoplador bus empotrar (Ref. 9620 ABB)

El acoplador al bus es un dispositivo empotrado para conectar la unidad de aplicación con el bus eléctricamente y para la transferencia de datos.

Permite la conexión al sistema EIB de los siguientes componentes: pulsadores, reguladores / actuadores de persiana, detectores de movimiento, termostatos, interfaces RS 232, receptores de infrarrojos, tritón (sin display).

Almacena la dirección física y el programa de aplicación con la dirección de grupo. Posee un aro soporte para la fijación mediante tornillos en cajas de empotrar universales, así como en cajas instaladas en la superficie.



Ilustración 40: Acoplador al bus

5. Componentes superficie

5.1. *Triton (Ref. 9623.3 ABB)*

En este aparato se combinan las funciones de termostato y la de Tritón de 3 canales.

Funcionamiento como termostato:

- Tiene los siguientes modos de operación: Confort, Standby, noche, protección contra heladas.
- Se le puede asignar parámetros a los tipos de control (PID, PI, PWM, 2 pasos).
- El display indica: la temperatura de la habitación, símbolo del modo de funcionamiento, calefacción / aire acondicionado ON.
- Si es necesario se puede ajustar el controlador a través del pulsador auxiliar. Así el valor de referencia aparece en el display y se puede cambiar utilizando la tecla superior. La tecla del medio se puede utilizar para cambiar entre modo Standby y Confort. Una vez que el controlador ha sido ajustado, el aparato vuelve a su modo de funcionamiento de tritón de 3 canales.
- Con el botón auxiliar se puede cambiar entre modo de funcionamiento como termostato o como Tritón de 3 canales.

Funcionamiento como Tritón de 3 canales:

- Se puede seleccionar libremente la función de cada pulsador (conexión, conexión / regulación, control de persianas, enviar un valor).
- El display indica el estado de los pulsadores a través de telegramas.

Necesita de un acoplador al bus.



Ilustración 41: Tritón de 3 canales

5.2. Zenit 2 canales (Ref. 6125/98-509 ABB)

Este aparato es capaz de funcionar como un interruptor y como un regulador. El Zenit de 2 canales que vamos a emplear funcionará como interruptor de encendido/apagado para luces. El segundo de los botones, que actuará como un pulsador, a cada pulso incrementará el nivel de luminosidad de la estancia que controle.

En salas con varios circuitos que no se quieren tener conecados o desconectados según situación, se controlará toda la estancia con un solo Zenit.

Necesita de un acoplador al bus.



Ilustración 42: Zenit 2 canales

5.3. Detector de presencia (ref. 9641.3 ABB)

El detector de presencia puede conectar calefacción, aire acondicionado o conectar/desconectar el sistema de control de ventilación, independientemente del sistema de control de luminosidad.

Además de detección de movimiento, debido a la función de señalización integrada, el sensor puede detectar movimiento dentro del periodo de tiempo especificado.

Necesita de un acoplador al bus.



Ilustración 43: Detector de presencia

5.4. *Detector de humo (Ref. 6826-84 ABB)*

El detector óptico de humos se utiliza para detectar el humo con rapidez y evitar o limitar posibles daños personales y materiales en caso de incendio. Se alimentará mediante una batería interna de 9 V DC, dispone de un módulo de relé (Ref. 663490 Merten) por medio del cual se conectará al terminal de zona para disparar telegramas al bus en caso de alarma.



Ilustración 44: Detector de humo

6. Componentes varios

6.1. *Detectores magnéticos (Ref. VSUE ABB)*

Los Detectores magnéticos se utilizan para la vigilancia de apertura de puertas, ventanas y claraboyas. Constan de dos componentes distintos: un imán y un contacto-lengüeta. Generalmente, el imán está montado en el marco de la ventana o en el panel de la puerta. El contacto-lengüeta se sitúa directamente junto a, o sobre

el imán del marco de la ventana o puerta. El contacto-lengüeta se cierra bajo la influencia del campo magnético. Si se abre la ventana o puerta, el imán se separa del contacto-lengüeta y se interrumpe la influencia del campo magnético en el contacto. El contacto-lengüeta se abre de nuevo e interrumpe la zona. Esto hace que el interface universal que recoge esta señal, envíe un telegrama al bus.



Ilustración 45: Detector magnético

6.2. Pantalla táctil (Ref. 8136/12-825-500 ABB)

Utilizaremos una pantalla táctil de 1" para poder visualizar todos los elementos del sistema, así como poder dar órdenes globales.

El monitor táctil a instalar está diseñado, desarrollado y construido para ofrecer la mejor relación costo-efectiva soluciones táctiles para integradores de sistemas. Integra la calidad y fiabilidad en un monitor táctil integrado y accesible. Programables para cualquier HID o emulación de teclado (sólo USB), se instala fácilmente por el usuario, proporcionando una solución elegante, integrada y eliminando la necesidad de soportes externos o archivos adjuntos.

Combina el rendimiento seguro de la tecnología táctil con los últimos avances en el diseño de pantallas LCD. Esta combinación de características crea un flujo natural de información entre un usuario y su Touchmonitor.

Para mostrar gráficos e imágenes es ideal una resolución máxima de XGA 1280x1024. Otras opciones sobresalientes que mejoran el rendimiento de este monitor LCD son la compatibilidad Plug&Play y los controles OSD (visión en la

pantalla, On Screen Display). Controles en el lateral en lugar de la parte delantera, además de la función de bloqueo para uso público.

- Interface dual Serie/USB
- Entrada RGB analógica directa
- Soporte de sujeción estable con agujeros de montaje en la parte inferior de pie para fijarlo a la mesa, separable para aplicaciones montadas en la pared (opción de montaje VESA)
- Altavoces incorporados con control de volumen mediante OSD

Con cámara y sensor de proximidad integrados. Display de 12" de 1280 x 800 pixeles. Se puede controlar con Smartphones y Tabletas con la aplicación "ConfortTouch" (Apple iOS/Android desde versión 4)



Ilustración 46: Pantalla táctil a instalar

Jaén, Septiembre de 2017

Juan Manuel Rodríguez Torres

El alumno



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Anexo 3

Estudio Básico de seguridad y salud

INDICE ANEXO 3

1. Objeto	275
2. Características de la obra y situación	275
3. Obligaciones del contratista	275
4. Actividades básicas	276
4.1. Tendido de cable subterráneo (C.S)	276
4.2. Tendido de línea aérea (L.A.)	276
4.3. Construcción de centro de transformación, interior o intemperie (C.T.)	276
4.4. Instalaciones interiores en edificios (I.I.)	277
4.5. Instalaciones domóticas (I.D.)	277
5. Identificación de riesgos	278
5.1. Riesgos laborales	278
5.2. Riesgos y daños a terceros	281
6. Medidas preventivas	281
6.1. Prevención de riesgos laborales a nivel colectivo	281
6.2. Prevención de riesgos laborales a nivel individual	283
6.3. Prevención de riesgos de daños a terceros	284
7. Normativa aplicable	285

1. Objeto

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene por objeto precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, identificando los riesgos laborales evitables, indicando las medidas correctoras necesarias para ello, y los que no puedan eliminarse, indicando las medidas tendentes a controlarlos o reducirlos, valorando su eficacia, todo ello de acuerdo con el Artículo 6 del RD 1627/1997 de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las Obras de Construcción.

De acuerdo con el artículo 3 del RD 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

2. Características de la obra y situación

Este ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD, se elabora para la obra:

- Nueva línea subterránea de media tensión a 20 kV
- Nuevo Centro de Transformación tipo prefabricado PFU-3.
- Nueva línea subterránea de baja tensión
- Instalación interior
- Instalación domótica

3. Obligaciones del contratista

Siguiendo las instrucciones del Real Decreto 1627/1997, antes del inicio de los trabajos en obra, la empresa adjudicataria de la obra, estará obligada a elaborar un "plan de seguridad y salud en el trabajo", en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones que se adjuntan en el estudio básico.

4. Actividades básicas

Durante la ejecución de los trabajos en obra se pueden destacar como actividades básicas:

4.1. *Tendido de cable subterráneo (C.S)*

- Desplazamiento de personal.
- Transporte de materiales y herramientas.
- Apertura y acondicionamiento de zanjas para el tendido de cables.
- Tendido de cables subterráneos.
- Realización de conexiones en cables subterráneos.
- Reposición de tierras, cierre de zanjas, compactación del terreno y reposición del pavimento.
- Maniobras necesarias para retirar y restaurar la tensión de un sector de la red.
- Desmontaje de instalaciones (si es necesario).

4.2. *Tendido de línea aérea (L.A.)*

- Desplazamiento de personal.
- Transporte de materiales y herramientas.
- Excavaciones para cimientos de apoyos para líneas aéreas.
- Hormigonado de cimientos.
- Izado de apoyos de hormigón, madera y chapa.
- Izado y montaje de postes de celosía.
- Montaje de hierros y aisladores en apoyos.
- Tendido de conductores sobre los apoyos.
- Realización de conexiones en líneas aéreas.
- Montaje de equipos de maniobra y protección.
- Maniobras necesarias para retirar y restaurar la tensión de un sector de la zarza.
- Desmontaje de instalaciones (si es necesario).
- Operaciones específicas para realizar trabajos en tensión.

4.3. *Construcción de centro de transformación, interior o intemperie (C.T.)*

- Desplazamiento de personal.

- Transporte de materiales y herramientas.
- Obra civil para la construcción del edificio.
- Excavaciones para los cimientos de postes de líneas aéreas.
- Hormigonado de cimientos.
- Levantamiento y montaje de postes de celosía.
- Montaje de hierros y aisladores en los apoyos.
- Montaje de equipos de maniobra, protección y transformadores.
- Maniobras necesarias para retirar y restaurar la tensión de un sector de la red.
- Desmontaje de instalaciones (si es necesario).

4.4. *Instalaciones interiores en edificios (I.I.)*

- Desplazamiento de personal.
- Transporte de materiales y herramientas.
- Obra civil en parades para realizar las canalizaciones.
- Tendido de conductores en canalizaciones
- Montaje de equipos de maniobra, protección y transformadores.
- Maniobras necesarias para retirar y restaurar la tensión de un sector de la red.
- Desmontaje de instalaciones (si es necesario).

4.5. *Instalaciones domóticas (I.D.)*

- Desplazamiento de personal.
- Transporte de materiales y herramientas.
- Obra civil en parades para realizar las canalizaciones.
- Tendido de conductores en canalizaciones
- Montaje de equipos de maniobra, protección y transformadores.
- Maniobras necesarias para retirar y restaurar la tensión de un sector de la red.
- Desmontaje de instalaciones (si es necesario).

5. Identificación de riesgos

5.1. Riesgos laborales

	CS	L.A	CT	I.I.	I.D
- Caídas de personal al mismo nivel		X	X	X	
Por deficiencias del suelo	X	X	X	X	
Por pisar o tropezar con objetos	X	X	X	X	
Por malas condiciones atmosféricas	X	X	X	X	
Por existencia de vertidos o líquidos	X	X	X	X	
- Caídas de personal o diferente nivel	X	X	X	X	
Por desniveles, zanjas o taludes	X	X	X	X	
Por agujeros	X	X	X	X	
Desde escaleras, portátiles o fijos	X	X	X	X	
Desde andamio			X	X	
Desde techos o muros			X	X	
Desde apoyos		X	X	X	
Desde árboles		X	X	X	
- Caídas de objetos	X	X	X	X	
Por manipulación manual	X	X	X	X	
Por manipulación con aparatos elevadores	X	X	X	X	
- Desprendimientos, hundimientos o ruinas	X	X	X	X	
Apoyos		X	X	X	
Elementos de montaje fijos		X	X	X	
Hundimiento de zanjas, pozos o galerías	X	X	X	X	
- Choques y golpes	X	X	X	X	
Contra objetos fijos y móviles	X	X	X	X	
Hundimiento de zanjas, pozos o galerías	X	X	X	X	
- Atrapamientos	X	X	X	X	
Con herramientas	X	X	X	X	
Por maquinaria o mecanismos en movimiento	X	X	X	X	

	CS	L.A	CT	I.I.	I.D
Por objetos	X	X	X	X	
- Cortes	X	X	X	X	
Con herramientas	X	X	X	X	
Con máquinas	X	X	X	X	
Con objetos	X	X	X	X	
- Proyecciones	X	X	X	X	
Por partículas sólidas	X	X	X	X	
Por líquidos	X	X	X	X	
- Contactos térmicos	X		X	X	
Con fluidos	X		X	X	
Con focos de calor	X		X	X	
Con proyecciones	X		X	X	
- Contactos químicos	X		X	X	
Con sustancias corrosivas	X		X	X	
Con sustancias irritantes	X		X	X	
Con sustancias químicas	X		X	X	
- Contactos eléctricos	X	X	X	X	
Directos	X	X	X	X	
Indirectos	X	X	X	X	
Descargas eléctricas	X	X	X	X	
- Arco eléctrico	X	X	X	X	
Por contacto directo	X	X	X	X	
Por proyección	X	X	X	X	
Por explosión en corriente continua	X	X	X	X	
- Manipulación de cargas o herramientas	X	X	X	X	
Para desplazarse, levantar o sostener	X	X	X	X	
cargas					
Para utilizar herramientas	X	X	X	X	
Por movimientos repentinos	X	X	X	X	
- Riesgos derivados del tráfico	X	X	X	X	
Choque entre vehículos y contra objetos	X	X	X	X	

fijos

- Atropellos
- Fallos mecánicos y tumbada de vehículos
- Explosiones
 - Por atmósferas explosivas
 - Por elementos de presión
 - Por voladuras o material explosivo
- Agresión de animales
 - Insectos
 - Reptiles
 - Perros y gatos
 - Otros
- Ruidos
 - Por exposición
- Vibraciones
 - Por exposición
- Ventilación
 - Por ventilación insuficiente
 - Por atmósferas bajas en oxígeno
- Iluminación
 - Para iluminación ambiental insuficiente
 - Por deslumbramientos y reflejos
- Condiciones térmicas
 - Por exposición a temperaturas extremas
 - Por cambios repentino en la temperatura
 - Por estrés térmico

CS	L.A	CT	I.I.	I.D
	X	X	X	X
	X	X	X	X
	X			
	X			
	X	X	X	X
	X	X	X	X
	X	X	X	X
	X	X	X	X
	X	X	X	X
	X	X	X	X
	X	X	X	X
	X		X	X
	X		X	X
	X	X	X	X
	X	X	X	X
	X		X	X
	X		X	X
	X		X	X
		X	X	
		X	X	
		X	X	

5.2. *Riesgos y daños a terceros*

Por la existencia de curiosos
 Por la proximidad de circulación vial
 Por la proximidad de zonas habitadas
 Por presencia de cables eléctricos con tensión
 Por manipulación de cables con corriente
 Por la existencia de tuberías de gas o de agua

CS	L.A	CT	I.I	CD
	X	X		
X	X	X		
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X

6. Medidas preventivas

Para evitar o reducir los riesgos relacionados, se adoptarán las siguientes medidas:

6.1. *Prevención de riesgos laborales a nivel colectivo*

- Se mantendrá el orden y la higiene en la zona de trabajo.
- Se acondicionarán pasos para peatones.
- Se procederá al cierre, balizamiento y señalización de la zona de trabajo.
- Se dispondrá del número de botiquines adecuado al número de personas que intervengan en la obra.
- Las zanjas y excavaciones quedarán suficientemente manchadas y señalizadas.
- Se colocarán tapas provisionales en agujeros y arquetas hasta que no se disponga de las definitivas.
- Se revisará el estado de conservación de las escaleras portátiles y fijas diariamente, antes de iniciar el trabajo y nunca serán de fabricación provisional.
- Las escaleras portátiles no estarán pintadas y se trabajará sobre las mismas de la siguiente manera:
- Sólo podrá subir un operario.
- Mientras el operario está arriba, otro aguantará la escalera por la base.
- La base de la escalera no sobresaldrá más de un metro del plano al que se quiere acceder.
- Las escalas de más de 12 m se atarán por sus dos extremos.

- Las herramientas se subirán mediante una cuerda y en el interior de una bolsa.
- Si se trabaja por encima de 2 m utilizará cinturón de seguridad, anclado a un punto fijo distinto de la escala.
- Los andamios serán de estructura sólida y tendrán barandillas, barra a media altura y zócalo.
- Se evitará trabajar a diferentes niveles en la misma vertical y permanecer debajo de cargas suspendidas.
- La maquinaria utilizada (excavación, elevación de material, tendido de cables, etc.) sólo será manipulada por personal especializado.
- Antes de iniciar el trabajo se comprobará el estado de los elementos situados por encima de la zona de trabajo.
- Las máquinas de excavación dispondrán de elementos de protección contra vuelcos.
- Se procederá al entibado de las paredes de las zanjas siempre que el terreno sea blando o se trabaje a más de 1,5 m de profundidad.
- Se comprobará el estado del terreno antes de iniciar la jornada y después de lluvia intensa.
- Se evitará el almacenamiento de tierras junto a las zanjas o agujeros de fundamentos.
- En todas las máquinas los elementos móviles estarán debidamente protegidos.
- Todos los productos químicos a utilizar (disolventes, grasas, gases o líquidos aislantes, aceites refrigerantes, pinturas, siliconas, etc.) se manipularán siguiendo las instrucciones de los fabricantes.
- Los armarios de alimentación eléctrica dispondrán de interruptores diferenciales y tomas de tierra.
- Se utilizarán transformadores de seguridad para trabajos con electricidad en zonas húmedas o muy conductoras de la electricidad.
- Todo el personal deberá haber recibido una formación general de seguridad y además el personal que deba realizar trabajos en altura, formación específica en riesgos de altura
- Por trabajos en proximidad de tensión el personal que intervenga deberá haber recibido formación específica de riesgo eléctrico.

- Los vehículos utilizados para transporte de personal y mercancías estarán en perfecto estado de mantenimiento y al corriente de la ITV.
- Se montará la protección pasiva adecuada a la zona de trabajo para evitar atropellos.
- En las zonas de trabajo que se necesite se montará ventilación forzada para evitar atmósferas nocivas.
- Se colocarán válvulas antirretroceso en los manómetros y en las cañas de los soldadores.
- Las botellas o contenedores de productos explosivos se mantendrán fuera de las zonas de trabajo.
- El movimiento del material explosivo y las voladuras serán efectuados por personal especializado.
- Se observarán las distancias de seguridad con otros servicios, por lo que se requerirá tener un conocimiento previo del trazado y características de las mismas.
- Se utilizarán los equipos de iluminación que se precisen según el desarrollo y características de la obra (adicional o socorro).
- Se retirará la tensión en la instalación en que se tenga que trabajar, abriendo con un corte visible todas las fuentes de tensión, poniéndolas a tierra y en cortocircuito. Para realizar estas operaciones se utilizará el material de seguridad colectivo que se necesite.
- Sólo se restablecerá el servicio a la instalación eléctrica cuando se tenga la completa seguridad de que no queda nadie trabajando.
- Para la realización de trabajos en tensión el contratista dispondrá de:
 - Procedimiento de trabajo específico.
 - Material de seguridad colectivo que se necesite.
 - Aceptación de la empresa distribuidora eléctrica del procedimiento de trabajo.
 - Vigilancia constante de la cabeza de trabajo en tensión.

6.2. *Prevención de riesgos laborales a nivel individual*

- El personal de obra debe disponer, con carácter general, del material de protección individual que se relaciona y que tiene la obligación de utilizar dependiendo de las actividades que realice:

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo adecuada para el tipo de trabajo que se realice.
- Impermeable.
- Calzado de seguridad.
- Botas de agua.
- Trepadora y elementos de sujeción personal para evitar caídas entre diferentes niveles.
- Guantes de protección para golpes, cortes, contactos térmicos y contacto con sustancias químicas.
- Guantes de protección eléctrica.
- Guantes de goma, neopreno o similar para hormigonar, albañilería, etc.
- Gafas de protección para evitar deslumbramientos, molestias o lesiones oculares, en caso de:
 - Arco eléctrico.
 - Soldaduras y oxicorte.
 - Proyección de partículas sólidas.
 - Ambiente polvoriento.
- Pantalla facial.
- Orejeras y tapones para protección acústica.
- Protección contra vibraciones en brazos y piernas.
- Máscara autofiltrante trabajos con ambiente polvoriento.
- Equipos autónomos de respiración.
- Productos repelentes de insectos.
- Aparatos asusta-perros.
- Pastillas de sal (estrés térmico).
- Todo el material estará en perfecto estado de uso.

6.3. *Prevención de riesgos de daños a terceros*

- Vallado y protección de la zona de trabajo con balizas luminosas y carteles de prohibido el paso.
- Señalización de calzada y colocación de balizas luminosas en calles de acceso a zona de trabajo, los desvíos provisionales por obras, etc.
- Riesgo periódico de las zonas de trabajo donde se genere polvo.

7. Normativa aplicable

En el proceso de ejecución de los trabajos deberán observarse las normas y reglamentos de seguridad vigentes. A título orientativo, y sin carácter limitativo, se adjunta una relación de la normativa aplicable:

- Decreto de 26 de julio de 1957, por el que se regulan los Trabajos prohibidos a la mujer y a los menores.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (RD 337/2014, 9 Mayo), así como las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- Orden de 31 de agosto de 1987, sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Orden de 12 de enero de 1998, por la que se aprueba el modelo de Libro de Incidencias en las obras de construcción.
- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo de los trabajadores en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.
- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

- Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobado por el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Decreto 399/2004, de 5 de octubre de 2004, por el que se crea el registro de delegados y delegadas de prevención y el registro de comités de seguridad y salud, y se regula el depósito de las comunicaciones de designación de delegados y delegadas de prevención y constitución de los comités de seguridad y salud.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.

- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Convenios colectivos.
- Ordenanzas municipales.
- Instrucción general de operaciones, normas y procedimientos relativos a seguridad y salud laboral de la empresa contratante.

Jaén, Septiembre de 2017

Juan Manuel Rodríguez Torres

El alumno



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Anexo 4

Estudio de Gestión de Residuos

INDICE ANEXO 4

1. Introducción.....	290
2. Objeto	290
3. Reglamentación	291
4. Agentes.....	291
4.1. Productor	291
4.2. Poseedor	292
4.3. Gestor.....	293
5. Estimación de la cantidad de residuos de construcción que se generan en la obra (según orden mam/304/2002.....)	294
5.1. Tipos de residuos.....	294
5.2. Estimación de la cantidad de residuos que se generarán en la obra.....	299
6. Medidas para la prevención de generación de residuos	301
6.1. Prevención en tareas de demolición	302
6.2. Prevención en la adquisición de materiales	303
6.3. Prevención en la Puesta en Obra	304
6.4. Prevención en el Almacenamiento en Obra	305
7. Medidas de separación en obra.	306
8. Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos generados en la obra	307
8.1. Reutilización en la misma obra:	307
8.2. Valorización en la misma obra:	308
8.3. Eliminación de residuos no reutilizables ni valorizables “in situ”	308
9. Planos de las instalaciones previstas	308
10. Pliego de condiciones	309
11. Presupuesto.....	312

1. Introducción

De acuerdo con artículo 4.1 del RD 105/2008, el productor de residuos (promotor), tiene la obligación de incluir en el proyecto de ejecución de la obra un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, con el siguiente contenido mínimo:

- Estimación de la cantidad de residuos que se generarán en la obra.
- Medidas para la prevención de los residuos en la obra objeto del proyecto.
- Medidas de separación de los residuos en obra
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación de los residuos generados en obra.
- Planos de las instalaciones previstas
- Las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones.
- Presupuesto previsto de la gestión de los residuos.

2. Objeto

El presente documento tiene por objeto garantizar el cumplimiento de la Ley 22/2011 de 28 de julio de Residuos y suelos contaminados y el Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos, aplicado a Líneas Aéreas de Media Tensión de hasta 30 kV destinadas a formar parte de las redes de distribución de ENDESA DISTRIBUCIÓN, siendo de aplicación tanto para las instalaciones construidas por la citada empresa como para las construidas por terceros y cedidas a ella.

En los siguientes apartados se detalla el contenido del “Estudio de Gestión de Residuos” que debe acompañar al proyecto de ejecución de la obra siempre y cuando se generen residuos.

La gestión de los residuos generados en cada obra se realizará según lo que se establece en la legislación vigente basada en la legislación nacional y complementada con la legislación autonómica.

3. Reglamentación

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 22/2011 de 28 de julio de Residuos y suelos contaminados
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados
- Normativa específica de la Comunidad Autónoma y Ordenanzas Municipales.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.

4. Agentes

4.1. *Productor*

A los efectos del real decreto 105/2008 se entiende como productor de residuos de construcción y demolición (en adelante RCD):

- La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición. En aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
- La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.

El importador o adquiriente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

El productor está obligado a disponer de la documentación que acredite que los RCD realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el RD 105/2008 y, en particular, en el Estudio de Gestión de residuos de la obra o en sus posteriores modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En el caso de las obras sometidas a licencia urbanística, el productor de residuos está obligado a constituir, cuando proceda, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas, la fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los RCD de la obra.

4.2. Poseedor

A los efectos del real decreto 105/2008 se entiende como poseedor de RCD la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos.

En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos.

En el artículo 5 del RD 105/2008 establece las obligaciones del poseedor de RCD. En él se indica que la persona física o jurídica que ejecute la obra está obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje como llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los RCD que se vayan a producir en la obra.

El poseedor de RCD, cuando no proceda a gestionar los residuos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión.

Los RCD se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los RCD por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

4.3. Gestor

El gestor, según el artículo 7 del Real Decreto 105/2008, cumplirá con las siguientes obligaciones:

- a) En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificadas con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.
- b) Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro

mencionado en la letra a) La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

- c) Extender al poseedor o al gestor que le entregue RCD, en los términos recogidos en el real decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia.

Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguientes a que fueron destinados los residuos.

- a) En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el producto, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

5. Estimación de la cantidad de residuos de construcción que se generan en la obra (según orden mam/304/2002

5.1. Tipos de residuos

Para cada obra se indicarán los tipos de residuos que se pueden generar, marcando en las casillas correspondientes cada tipo de RCD que se identifique en la obra de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por Orden MAM/304/2002 del Ministerio de Medio Ambiente, de 8 de febrero, o sus modificaciones posteriores, en función de las Categorías de Niveles I, II.

RCD de Nivel I.- Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

RCD de Nivel II.- Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliar y de la implantación de servicios. (Abastecimiento y saneamiento, telecomunicaciones, suministro eléctrico, gasificación y otros).

En ambos casos, son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

El estudio de gestión de RCD se ajustará al modelo general siguiente, siendo válidos otros formatos equivalentes, sin perjuicio del resto de documentación que se desee acompañar al mismo por parte del redactor del estudio.

A.1.: RCDs Nivel I

1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN		
X	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07

A.2.: RCDs Nivel II

RCD: Naturaleza no pétreo		
1. Asfalto		
X	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
2. Madera		

	17 02 01	Madera
	3. Metales	
	17 04 01	Cobre, bronce, latón
X	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
X	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
X	17 04 06	Metales mezclados
X	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
	4. Papel	
	20 01 01	Papel
	5. Plástico	
X	17 02 03	Plástico
	6. Vidrio	
	17 02 02	Vidrio
	7. Yeso	
X	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01

RCD: Naturaleza pétreo

	1. Arena Grava y otros áridos	
X	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
X	01 04 09	Residuos de arena y arcilla
	2. Hormigón	
X	17 01 01	Hormigón

3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos		
X	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.

4. Piedra		
X	17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03

RCD: Potencialmente peligrosos y otros		
1. Basuras		
	20 02 01	Residuos biodegradables
	20 03 01	Mezcla de residuos municipales

2. Potencialmente peligrosos y otros		
	17 01 06	mezcal de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)
	17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
X	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla
X	17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitran de hulla y otras SP's
	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
	17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas

17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
15 02 02	Absorventes contaminados (trapos,...)
13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)
16 01 07	Filtros de aceite
20 01 21	Tubos fluorescentes
16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
16 06 03	Pilas botón
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
15 01 11	Aerosoles vacíos
16 06 01	Baterías de plomo

13 07 03	Hidrocarburos con agua
17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03

5.2. **Estimación de la cantidad de residuos que se generarán en la obra**

Los residuos que se generarán pueden clasificarse según el tipo de obra en:

- a) Residuos procedentes de los trabajos previos (replanteos, excavaciones, movimientos...)
- b) Residuos de actividades de nueva construcción
- c) Residuos procedentes de demoliciones

NOTA: para una Obra Nueva, en ausencia de datos más contrastados, la experiencia demuestra que se pueden usar datos estimativos estadísticos de 20 cm de altura de mezcla de residuos por m² construido, con una densidad tipo del orden de 1,5 a 0,5 Tm/m³.

En apoyos suponemos que el 90% de las tierras no se reutilizan y que de éste 90% un 10% es de residuos Nivel II.

La estimación completa de residuos en la obra seguiría una estructura similar o igual a:

Estimación de residuos:			
Volumen total de residuos Nivel II	6,24	m ³	
Densidad tipo (entre 0,5 y 1,5 T/m ³)	1,10	Tm/m ³	
Toneladas de residuos Nivel II	6,86	Tm	
Volumen de tierras sobrantes Nivel I	60,17	m ³	
Presupuesto estimado de la obra	75.690,53	€	

Presupuesto de movimiento de tierras en proyecto	1.665,19	€	(entre 1,00 - 2,50 % del PEM)

Con el dato estimado de RCD por metro cuadrado de construcción y en base a los estudios realizados de la composición en peso de los RCD que van a vertederos, se consideran los siguientes pesos y volúmenes en función de la tipología de residuo:

A.1.: RCDs Nivel I				
		Tm	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC		Toneladas de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m³ Volumen de Tierras
1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto		90,26	1,50	60,17

A.2.: RCDs Nivel II				
	%	Tm	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	% de peso	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m³ Volumen de Residuos
RCD: Naturaleza no pétreo				
1. Asfalto	0,050	0,34	1,30	0,26
2. Madera	0,040	0,27	0,60	0,46
3. Metales	0,025	0,17	1,50	0,11
4. Papel	0,003	0,02	0,90	0,02
5. Plástico	0,015	0,10	0,90	0,11

6. Vidrio	0,005	0,03	1,50	0,02
7. Yeso	0,002	0,01	1,20	0,01
TOTAL estimación	0,140	0,96		1,01
RCD: Naturaleza pétreo				
1. Arena Grava y otros áridos	0,040	0,27	1,50	0,18
2. Hormigón	0,120	0,82	1,50	0,55
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	0,540	3,71	1,50	2,47
4. Piedra	0,050	0,34	1,50	0,23
TOTAL estimación	0,750	5,15		3,43
RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
1. Basuras	0,070	0,48	0,90	0,53
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,040	0,27	0,50	0,55
TOTAL estimación	0,110	0,75		1,08

6. Medidas para la prevención de generación de residuos

La primera prioridad respecto a la gestión de residuos es minimizar la cantidad que se genere. Para conseguir esta reducción, se han seleccionado una serie de medidas de prevención que deberán aplicarse durante la fase de ejecución de la obra:

- Todos los agentes intervinientes en la obra deberán conocer sus obligaciones en relación con los residuos y cumplir las órdenes y normas dictadas por la Dirección Técnica.
- Se deberá optimizar la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales es origen de más residuos sobrantes de ejecución.

- c) Se preverá el acopio de materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar la rotura y sus consiguientes residuos.
- d) Utilización de elementos prefabricados.
- e) Las arenas y gravas se acopian sobre una base dura para reducir desperdicios.
- f) Si se realiza la clasificación de los residuos, habrá que disponer de los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. La separación selectiva se deberá llevar a cabo en el momento en que se originan los residuos. Si se mezclan, la separación posterior incrementa los costes de gestión.
- g) Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deberán estar debidamente etiquetados.
- h) Se impedirá que los residuos líquidos y orgánicos se mezclen fácilmente con otros y los contaminen. Los residuos se deben depositar en los contenedores, sacos o depósitos adecuados.

Se adoptarán todas las medidas genéricas para la prevención y minimización de generación de residuos. Como medida especial, será obligatorio hacer un inventario de los posibles residuos peligrosos que se puedan generar en la obra. En ese caso se procederá a su retirada selectiva y entrega a gestores autorizados de residuos peligrosos.

En la fase de redacción del proyecto se deberá tener en cuenta distintas alternativas constructivas y de diseño que dará lugar a la generación de una menor cantidad de residuos.

Como criterio general se adoptarán las siguientes medidas genéricas para la prevención y minimización de generación de residuos, en distintas fases de la obra:

6.1. *Prevención en tareas de demolición*

En la medida de lo posible, las tareas de demolición se realizarán empleando técnicas de desconstrucción selectiva y de desmontaje con el fin de favorecer la reutilización, reciclado y valorización de los residuos.

Como norma general, la demolición se iniciará con los residuos peligrosos, posteriormente los residuos destinados a reutilización, tras ellos los que se valoricen y finalmente los que se depositarán en vertedero.

6.2. *Prevención en la adquisición de materiales*

La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad necesaria a las mediciones reales de obra, ajustando al máximo las mismas para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.

Se requerirá a las empresas suministradoras que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes priorizando aquellos que minimizan los mismos.

Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones pero de difícil o imposible reciclado.

Se mantendrá un inventario de productos excedentes para la posible utilización en otras obras.

Se realizará un plan de entrega de los materiales en que se detalle para cada uno de ellos, la cantidad, fecha de llegada a obra, lugar y forma de almacenaje en obra, gestión de excedentes y en su caso gestión de residuos.

Se priorizará la adquisición de productos "a granel" con el fin de limitar la aparición de residuos de envases en obra.

Aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palets, serán tratados de forma que se evite su deterioro y serán devueltos al proveedor.

Se incluirá en los contratos de suministro una cláusula de penalización a los proveedores que generen en obra más residuos de los previstos y que se puedan imputar a una mala gestión.

6.3. *Prevención en la Puesta en Obra*

Se optimizará el empleo de materiales en obra evitando la sobredosificación o la ejecución con derroche de material especialmente de aquellos con mayor incidencia en la generación de residuos.

Los materiales prefabricados, por lo general, optimizan especialmente el empleo de materiales y la generación de residuos por lo que se favorecerá su empleo.

En la puesta en obra de materiales se intentará realizar los diversos elementos conforme al tamaño del módulo de las piezas que lo componen para evitar desperdicio de material.

Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.

En la medida de lo posible se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.

Se primará el empleo de elementos desmontables o reutilizables frente a otros de similares prestaciones no reutilizables.

Se agotará la vida útil de los medios auxiliares propiciando su reutilización en el mayor número de obras, para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.

Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de los mismos.

En concreto se pondrá especial interés en:

- La excavación se ajustará a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas de los planos de cimentación.
- El hormigón suministrado será preferentemente de central. En caso de sobrantes se intentarán utilizar en otras ubicaciones como hormigones de limpieza, base de solados, relleno y nivelación de la parcela, etc.

- Para la cimentación y estructura, se pedirán los perfiles y barras de armadura con el tamaño definitivo.
- Los encofrados se reutilizarán al máximo, cuidando su desencofrado y mantenimiento, alargando su vida útil.
- Las piezas que contengan mezclas bituminosas se pedirá su suministro con las dimensiones justas, evitando así sobrantes innecesarios.
- Todos los elementos de la carpintería de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, optimizando su solución.
- En cuanto a los elementos metálicos y sus aleaciones, se solicitará su suministro en las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra a excepción del montaje de los kits prefabricados.
- Se calculará correctamente la cantidad de materiales necesarios para cada unidad de obra proyectada.
- El material se pedirá para su utilización más o menos inmediata, evitando almacenamiento innecesario.

6.4. *Prevención en el Almacenamiento en Obra*

En caso de ser necesario el almacenamiento, éste se protegerá de la lluvia y humedad.

Se realizará un almacenamiento correcto de todos los acopios evitando que se produzcan derrames, mezclas entre materiales, exposición a inclemencias meteorológicas, roturas de envases o materiales, etc.

Se extremarán los cuidados para evitar alcanzar la caducidad de los productos sin agotar su consumo.

Los responsables del acopio de materiales en obra conocerán las condiciones de almacenamiento, caducidad y conservación especificadas por el fabricante o suministrador para todos los materiales que se recepcionen en obra.

En los procesos de carga y descarga de materiales en la zona de acopio o almacén y en su carga para puesta en obra se pueden producir percances con el

material que convierten en residuos productos en perfecto estado. Es por ello que se extremarán las precauciones en estos procesos de manipulado.

Se realizará un plan de inspecciones periódicas de materiales, productos y residuos acopiados o almacenados para garantizar que se mantiene en las debidas condiciones.

Se pactará la disminución y devolución de embalajes y envases a suministradores y proveedores. Se potenciará la utilización de materiales con embalajes reciclados y elementos retornables. Así mismo se convendrá la devolución de los materiales sobrantes que sea posible.

7. Medidas de separación en obra.

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los RCD deberán separarse, para facilitar su valoración posterior, en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón	80,00 T
Ladrillos, tejas,	40,00 T
Metales	2,00 T
Madera	1,00 T
Vidrio	1,00 T
Plásticos	0,50 T
Papel y cartón	0,50 T

Con objeto de conseguir una mejor gestión de los residuos generados en la obra de manera que se facilite su reutilización, reciclaje o valorización y para asegurar las condiciones de higiene y seguridad requeridas en el artículo 5.4 del Real Decreto 105/2008, se tomarán las siguientes medidas:

Las zonas de obra destinadas al almacenaje de residuos quedarán convenientemente señalizadas y para cada fracción se dispondrá un cartel señalizador que indique el tipo de residuo que recoge.

Todos los envases que lleven residuos deben estar claramente identificados, indicando en todo momento el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del poseedor y el pictograma de peligro en su caso.

Las zonas de almacenaje para los residuos peligrosos habrán de estar suficientemente separadas de las de los residuos no peligrosos, evitando de esta manera la contaminación de estos últimos.

Los residuos se depositarán en las zonas acondicionadas para ellos conforme se vayan generando.

Los residuos se almacenarán en contenedores adecuados tanto en número como en volumen evitando en todo caso la sobrecarga de los contenedores por encima de sus capacidades límite.

Los contenedores situados próximos a lugares de acceso público se protegerán fuera de los horarios de obra con lonas o similares para evitar vertidos descontrolados por parte de terceros que puedan provocar su mezcla o contaminación.

Para aquellas obras en la que por falta de espacio no resulte técnicamente viable efectuar la separación de los residuos, ésta se podrá encomendar a un gestor de residuos en una instalación de RCD externa a la obra.

8. Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos generados en la obra

8.1. *Reutilización en la misma obra:*

Es la recuperación de elementos constructivos completos con las mínimas transformaciones posibles.

Si se reutiliza algún otro residuo, habrá que explicar si se le aplica algún tratamiento.

Se potenciará la reutilización de los encofrados y otros medios auxiliares todo lo que sea posible, así como la devolución de embalajes, envases, etc.

8.2. Valorización en la misma obra:

Son operaciones de deconstrucción y de separación y recogida selectiva de los residuos en el mismo lugar donde se producen.

Estas operaciones consiguen mejorar las posibilidades de valorización de los residuos, ya que facilitan el reciclaje o reutilización posterior. Son imprescindibles cuando se deben separar residuos potencialmente peligrosos para su tratamiento.

Si se valorizara algún residuo, habrá que explicar el proceso y la maquinaria a emplear.

8.3. Eliminación de residuos no reutilizables ni valorizables “in situ”

El tratamiento o vertido de los residuos producidos en obra se realizará a través de una empresa de gestión y tratamiento de residuos autorizada para la gestión de los mismos.

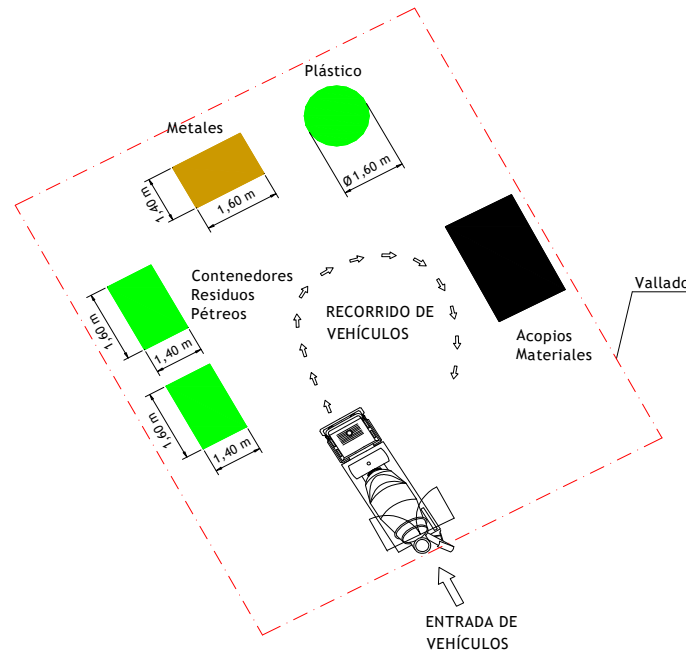
9. Planos de las instalaciones previstas

Se debe aportar en el Estudio de Gestión de Residuos los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los RCD en la obra, planos que posteriormente podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, siempre con el acuerdo de la dirección de la obra.

Para una correcta gestión de los RCDs generados en la obra, se prevén las siguientes instalaciones para su almacenamiento y manejo:

- Acopios y/o contenedores de los distintos tipos de RCDs (pétreos, plásticos...).
- Zonas o contenedor para lavado de canaletas/ cubetas de hormigón.
- Contenedores para residuos urbanos.

A continuación se incluye, a nivel esquemático, el detalle de las instalaciones previstas:



10. Pliego de condiciones

Con carácter General:

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los RCD en obra.

Gestión de RCD

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales que cumplirán las especificaciones.

Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección de la obra y a la Propiedad los certificados de los contenedores empleados así como de los puntos

de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la Comunidad Autónoma correspondiente.

Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

Con carácter Particular:

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto (se marcan aquellas que sean de aplicación a la obra)

	Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares...para las partes o elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes.
	Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles...). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de
x	El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1m ³ , contadores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.
x	El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de
	El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contadores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.
x	En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.
	Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.
x	En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados.

☒	Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente. Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada
☒	La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con ~~los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal~~
☒	Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos.
☒	En cualquier caso siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de
☒	Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros
☒	Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos
☒	Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenada durante el menor tiempo posible en cabellones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y a contaminación con otros materiales

11. Presupuesto

Para la elaboración del presupuesto del estudio de gestión de los residuos se usará el modelo siguiente o similar:

A.- ESTIMACION DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs					
Tipología RCDs	Estimación (m³)	Precio gestión en Planta / Vertedero / Cantera / Gestor (€/m³)	Importe (€)	Importe mínimo(€)	% del presupuesto de Obra
A1 RCDs Nivel I					
Tierras y pétreos de la excavación	60,17	8,00	481,37	481,37	0,6360%
Orden 2690/2006 CAM establece límites entre 40 - 60.000 €					0,6360%
A2 RCDs Nivel II					
RCDs Naturaleza Pétreo	3,43	20,00	68,63	68,63	0,0907%
RCDs Naturaleza No Pétreo (metales)	0,11	-105,00	-12,01	-12,01	-0,0159%
RCDs Naturaleza No Pétreo (resto)	0,89	23,00	20,54	23,00	0,0304%
RCDs Potencialmente peligrosos	1,08	30,00	32,48	32,48	0,0429%
Orden 2690/2006 CAM establece un límite mínimo del 0,2% del presupuesto de la obra					0,2000%
TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTION RCDs			591,01	593,47	0,8360%



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Anexo 5

Estudio de campos magnéticos en centros de transformación

INDICE ANEXO 5

1. Objeto	315
2. Normativa vigente	315
3. Metodología de análisis de campos magnéticos	316
4. Características de la instalación y datos de cálculo	319
5. Resultados	322
6. Conclusiones	323
7. Referencias	324
8. Planos	324

1. Objeto

El objeto de este estudio, es estimar las emisiones de campo magnético en el exterior accesible por el público, del centro de transformación tipo prefabricado superficie con 1 transformador, con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento del centro de transformación pueden alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

2. Normativa vigente

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” (RAT). Este nuevo Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo al R.D. 1066/2001.

El R.D. 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el “Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a las emisiones radioeléctricas”, adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100 μ T).

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

- ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.

- ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- ITC-RAT-20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1: Memoria.

En relación al campo magnético generado por los transformadores de potencia, se aplica la norma UNE-CLC/TR 50453 IN de noviembre de 2008, “Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia”.

Aunque la medida de campos magnéticos no es objeto del presente documento, a continuación se indican las normas aplicables a la misma:

- Norma UNE 20833 de abril de 1997: “Medida de los campos eléctricos a frecuencia industrial”.
- Norma UNE-EN 62110 de mayo de 2013. “Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general”.
- Norma UNE-EN 61786-1 de octubre de 2014. “Medición de campos magnéticos en corriente continua, campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100 kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida”.
- Norma IEC 61786-2 de diciembre de 2014. “Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Part 2: Basic standard for measurements.

3. Metodología de análisis de campos magnéticos

Para la elaboración del análisis del campo magnético, se ha desarrollado una aplicación que realiza la simulación y cálculo del campo magnético en los puntos deseados de la instalación y su entorno.

La aplicación desarrollada está realizada sobre Matlab/Octave. El cálculo está basado en un cálculo analítico (Biot y Savart de un segmento) realizado sobre el conjunto de conductores 3D de una instalación, discretizados a segmentos rectilíneos, y sobre un periodo de onda completo para obtener valores eficaces. Se tienen en cuenta los diferentes desfases entre fases o motivados por la presencia de un transformador.

La misma metodología ha sido empleada con buenos resultados en otros estudios publicados [1],[2],[3].

A modo de validación de la aplicación, se han calculado los ejemplos descritos en la Norma UNE-EN 62110, obteniéndose los mismos resultados que en dicha norma. También se han realizado medidas de campo en la subestación de Utebo y se han comparado con los resultados obtenidos con la aplicación. El desarrollo de ambos métodos de validación se recoge en el anexo B de este documento.

El cálculo no tiene en cuenta el campo generado por los transformadores, sólo por los conductores. Esta simplificación no afecta de forma significativa a los resultados obtenidos según se indica en UNE-CLC/TR-50453. De igual forma, no se consideran los posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables o envolventes de la aparamenta eléctrica, quedando el cálculo por el lado de la seguridad.

La entrada de datos de la aplicación es la topología en 3D del conjunto de conductores de la instalación, así como las corrientes que circulan por cada conductor. Las corrientes consideradas para el cálculo son las máximas previstas para cada posición (en especial de los transformadores) o tramo de ella, de forma que se obtiene el máximo campo magnético. El estado de carga máximo planteado es técnicamente posible de alcanzar, pero difícil que se produzca en realidad, y en todo caso durante un breve espacio de tiempo.

En ocasiones, debido a la topología de la instalación, no es posible determinar las corrientes por todos los tramos de las diferentes posiciones. Para estos casos se estiman las corrientes por dichos tramos que den lugar a los campos más desfavorables.

Los resultados obtenidos se presentan en los límites exteriores de la instalación accesibles por el público, considerándose para el cálculo una distancia de 0,2 m del vallado y a una altura de 1 m, según UNE-EN 62110. De igual forma, se facilita el cálculo del campo B en toda la superficie de la instalación a una altura de 1 m a efectos informativos.

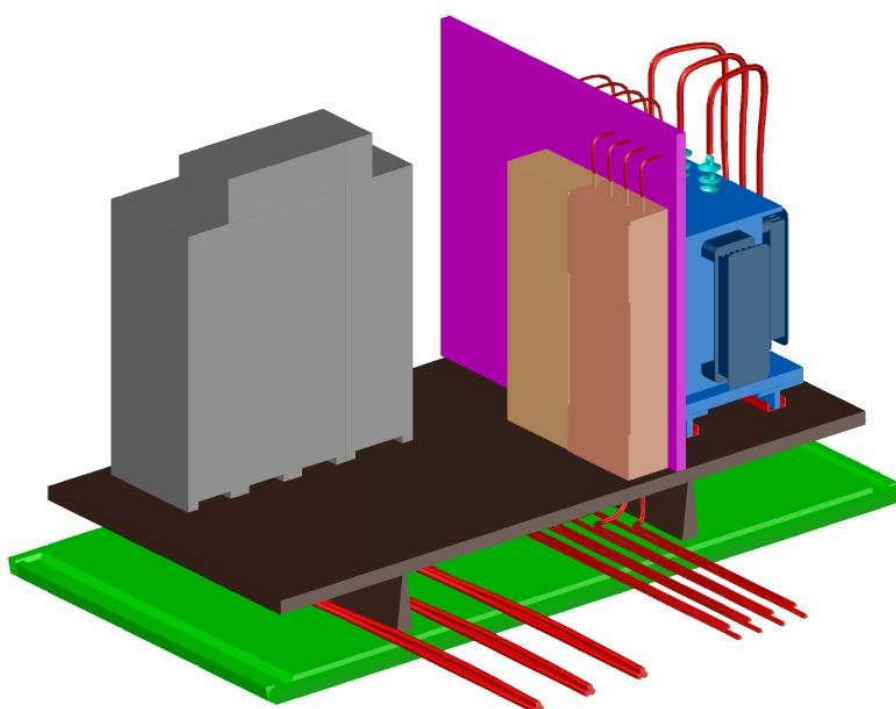
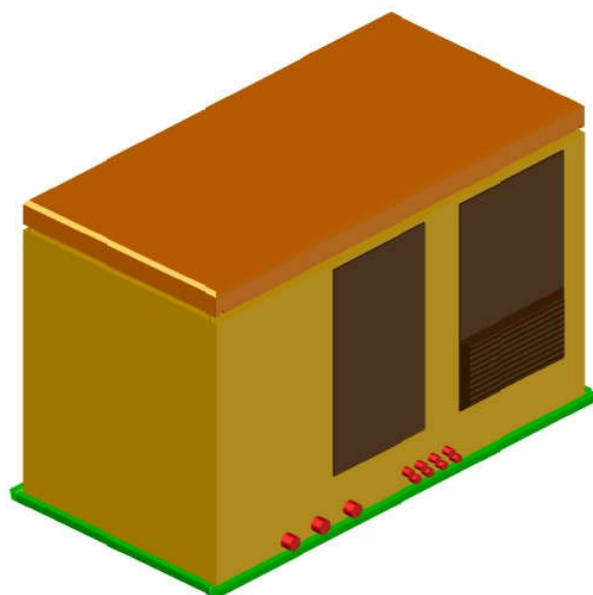


Ilustración 47: Vistas 3D del centro de transformación tipo superficie en edificio prefabricado, 24 kV. un transformador

4. Características de la instalación y datos de cálculo

El centro de transformación tipo superficie en edificio prefabricado 24 kV. un transformador calculado, consta de 2 niveles de tensión, 15 y 0.4 kV, y una unidad de transformación de 1 MVA.

- Nivel de 15 kV.
- Tipo: Blindado, aislado en SF6
- Topología: Simple barra
- Posiciones de línea: 3
- Posiciones de transformador :1
- Posiciones de barras:1
- Superficie:9.9 m2
- Nivel de 0.4 kV.
- Tipo: Interior
- Topología Simple barra.
- Posiciones de línea: 8
- Posiciones de transformador :1
- Posiciones de barras:1

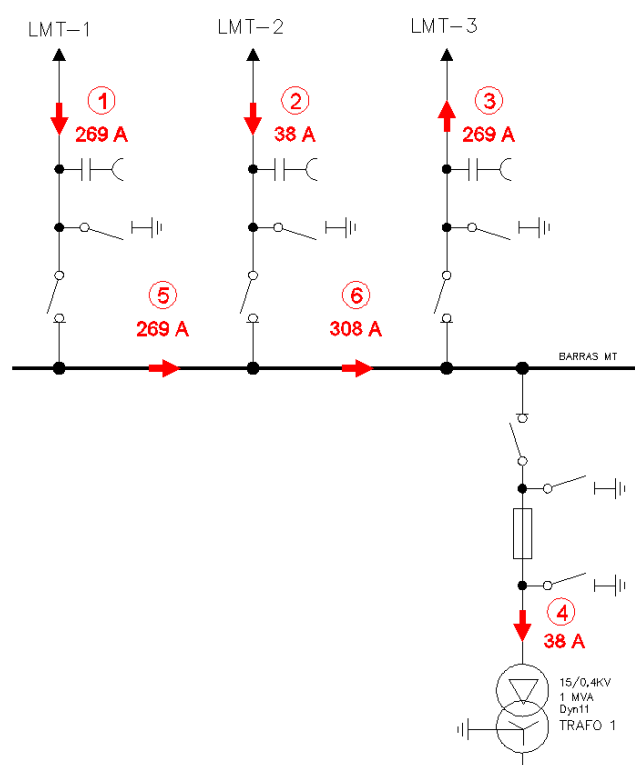


Ilustración 48: Unifilar nivel de tensión 15 kV con intensidades consideradas

De acuerdo con el Real Decreto 1066/2001 en el que se aconseja tomar medidas que limiten las radiaciones de campo eléctrico y magnético, describimos las medidas que EDE ha considerado para minimizar la emisión de campos electromagnéticos y poder así cumplir los límites establecidos en el Real Decreto:

- Las distancias existentes entre los equipos eléctricos y el cierre de la instalación permite reducir los niveles de exposición al público en general fruto de la disminución del campo magnético con la distancia.
- Las posiciones del nivel de tensión 15 kV se ubican en el interior de un edificio, en celdas blindadas, cuya carcasa disminuye el campo magnético en el exterior.
- Los conductores de ambos niveles de tensión están constituidos en su totalidad por cables aislados secos con pantalla metálica exterior. Esto permite reducir el campo magnético exterior tanto por la propia pantalla como por el tendido de los cables en forma de tresbolillo.

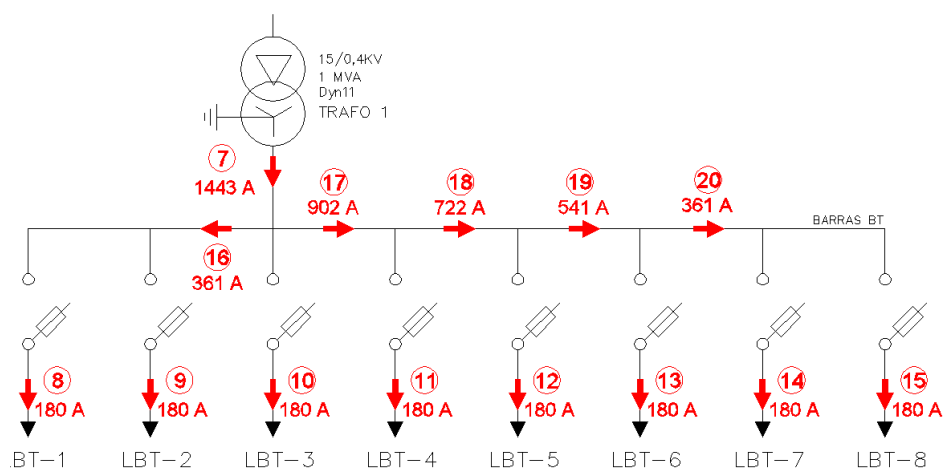


Ilustración 49: Unifilar nivel de tensión 0.4 kV con intensidades consideradas

Las intensidades consideradas para el cálculo del campo magnético son las siguientes:

POSICIÓN O TRAMO	REF.	INTENSIDAD (A)	FASE (°)	TIPO
Línea 1 15 kV	1	269 ₍₁₎	0	Trifásica equilibrada.
Línea 2 15 kV	2	38	0	Trifásica equilibrada.
Línea 3 15 kV	3	269 ₍₁₎	0	Trifásica equilibrada.
Trafo 1 Lado 15 kV	4	38 ₍₂₎	0	Trifásica equilibrada.
Barras 1 L1-L2	5	269	0	Trifásica equilibrada.
Barras 1 L2-L3	6	308	0	Trifásica equilibrada.
Trafo 1 Lado 0,4 kV	7	1443 ₍₂₎	30	Trifásica equilibrada.
Líneas 0,4 kV	ago-15	180	30	Trifásica equilibrada.
B1 0,4 kV : Línea 2- Línea 3	16	361	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV : Línea 3- Línea 4	17	902	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV : Línea 4- Línea 5	18	722	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV: Línea 5- Línea 6	19	541	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV: Línea 6- Línea 7	20	361	30	Trifásica equilibrada

- (1) Intensidad correspondiente a la potencia máxima de línea, 7 MVA.
- (2) Intensidad correspondiente a la potencia máxima transformador, 1 MVA.

El estado de carga considerado supone el transformador entregando su máxima potencia. En el lado de 15 kV, la línea 1 aporta su potencia máxima, la línea 3 evacua su potencia máxima y la línea 2 aporta la potencia consumida por el transformador.

En el lado de BT, la potencia aportada por el transformador se reparte equitativamente por las ocho líneas a las que alimenta.

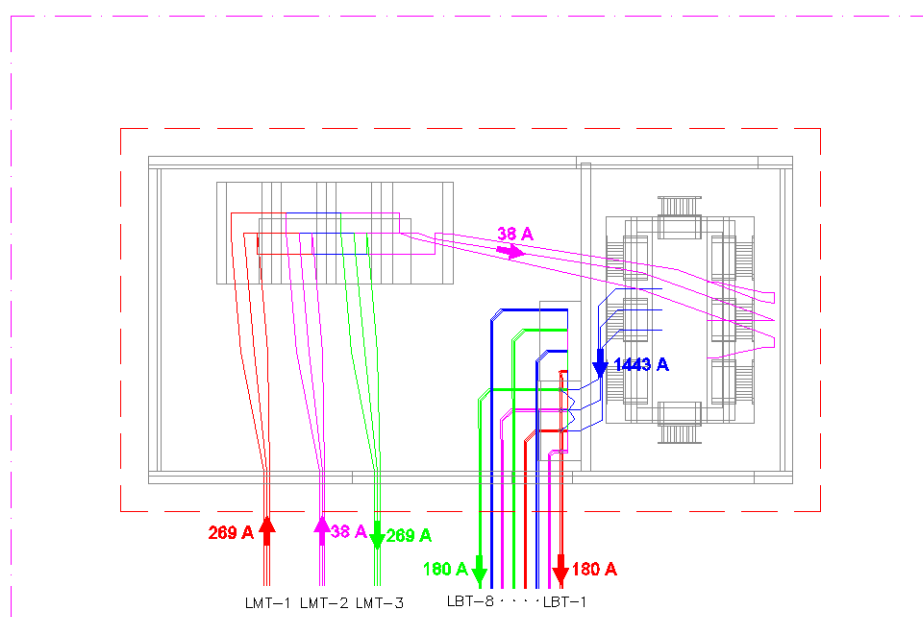


Ilustración 50: Intensidades para cálculo de campo magnético.

5. Resultados

La simulación del campo magnético ha sido realizada con el estado de carga indicado anteriormente, estado de carga máximo realizable. Por tanto, los valores de campo magnético calculados y representados serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual del centro de transformación.

Se ha obtenido el campo magnético en el conjunto de la instalación, a 1 metro de altura del suelo. Los resultados obtenidos se representan tanto en el límite exterior del centro de transformación (requerimiento reglamentario) como en el interior del mismo.

Se han presentado los resultados del campo magnético en el exterior de la pared del centro de transformación, a una distancia de 0,2 m del mismo, según las líneas de cálculo de la figura 5.

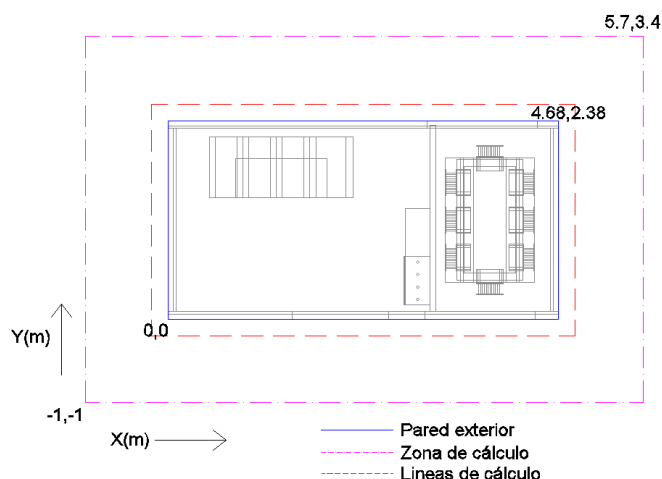


Ilustración 51: Pared exterior y zonas límite del cálculo

Los valores más elevados de campo en el exterior se producen en la zona de cercana al cuadro de BT, siendo de 55,36 μT .

Los resultados se incluyen en el anexo de planos.

6. Conclusiones

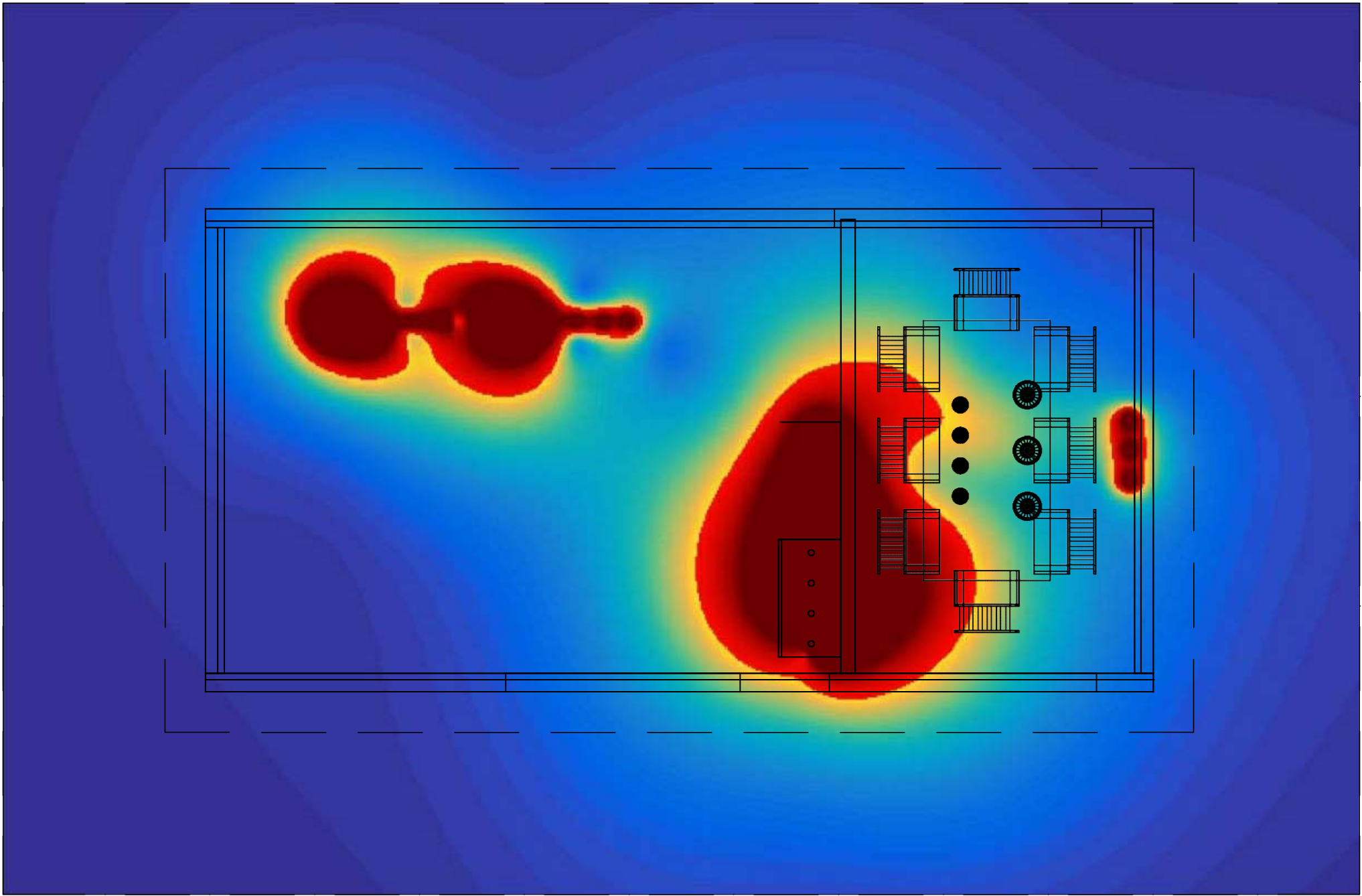
Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado debido a la actividad del centro de transformación tipo superficie en edificio prefabricado 24 kV un transformador, propiedad de EDE, en las condiciones más desfavorables de funcionamiento, (hipótesis de carga máxima realizable), se obtiene que los valores de radiación emitidos están por debajo de los valores límite recomendados, esto es, 100 μT para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.

7. Referencias

- [1] C. Munteanu, Ioan T. Pop, V. Topa, C. Hangea, T. Gutiu, S. Lup “Study of the Magnetic Field Distribution inside Very High Voltage Substations” 2012 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE 2012) IEEE.
- [2] C. Munteanu, C. Diaconu, I. T. Pop, and V. Topa “Electric and Magnetic Field Distribution Inside High Voltage Power Stations from Romanian Power Grid” International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion. IEEE
- [3] G. Visan, I. T. Pop and C. Munteanu “Electric and Magnetic Field Distribution in Substations belonging to Transelectrica TSO” 2009 IEEE Bucharest Power Tech Conference

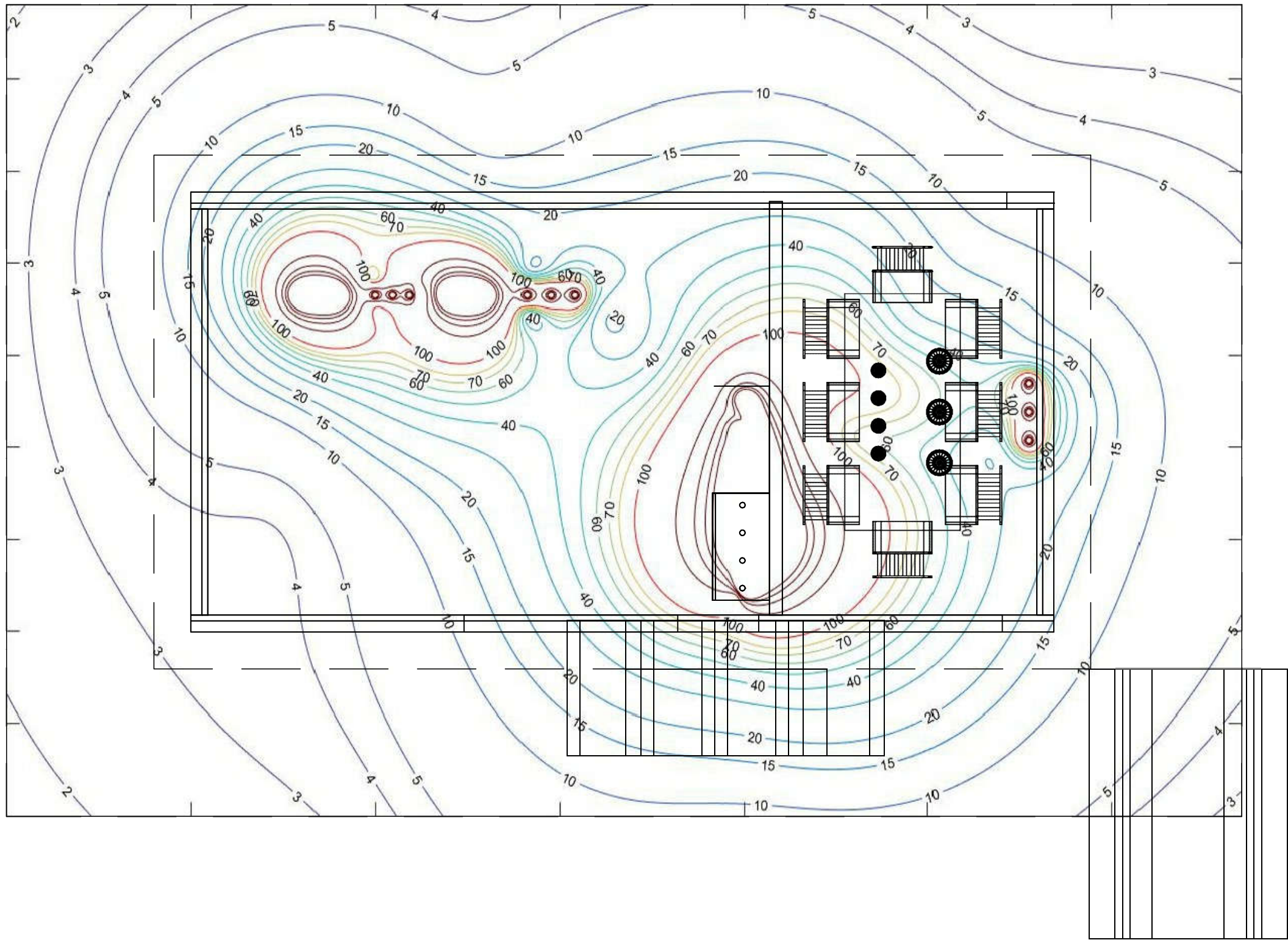
8. Planos

	REV.	FECHA	REALIZADO	V° B°	ENDESA	MODIFICACION



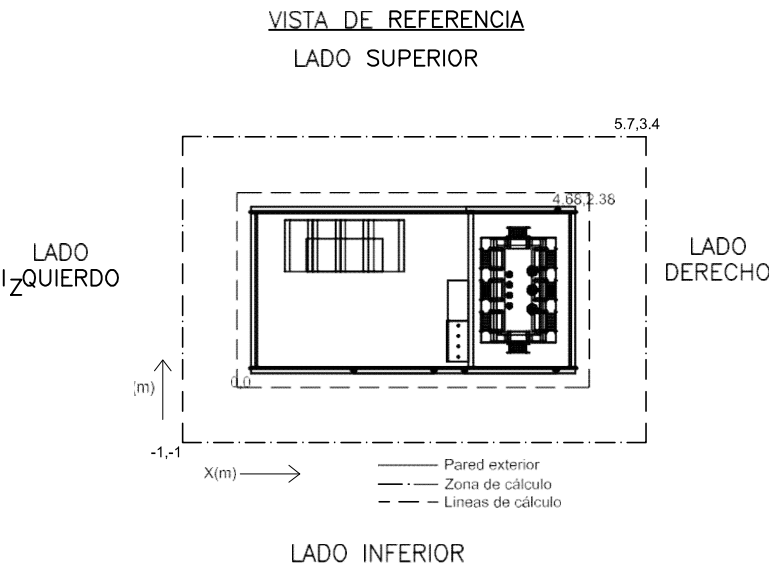
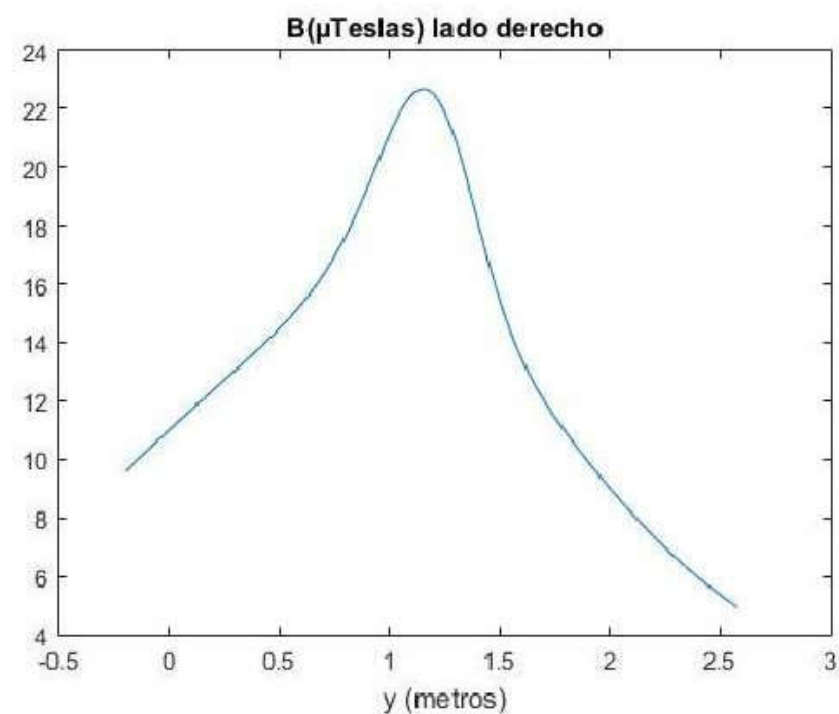
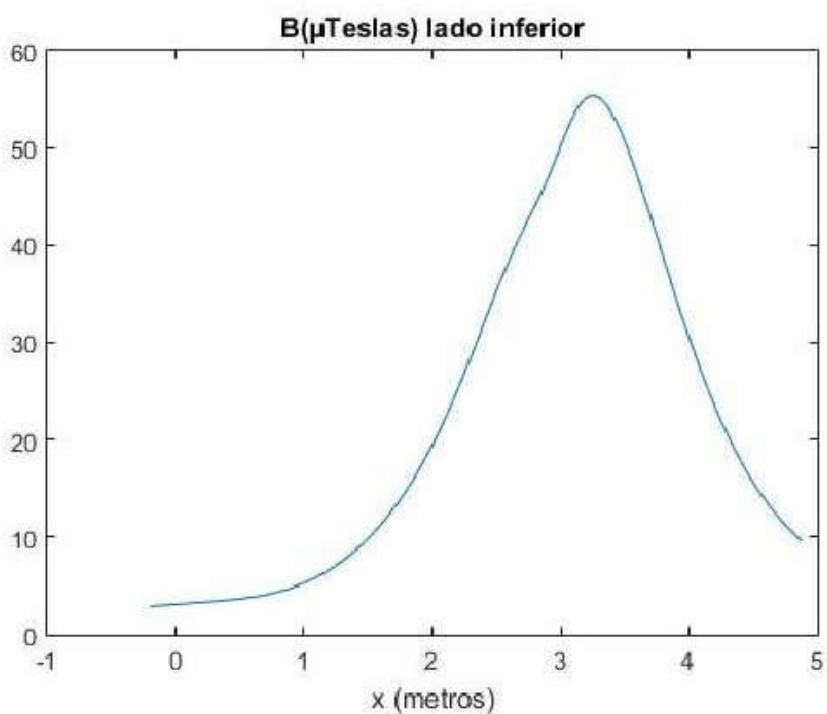
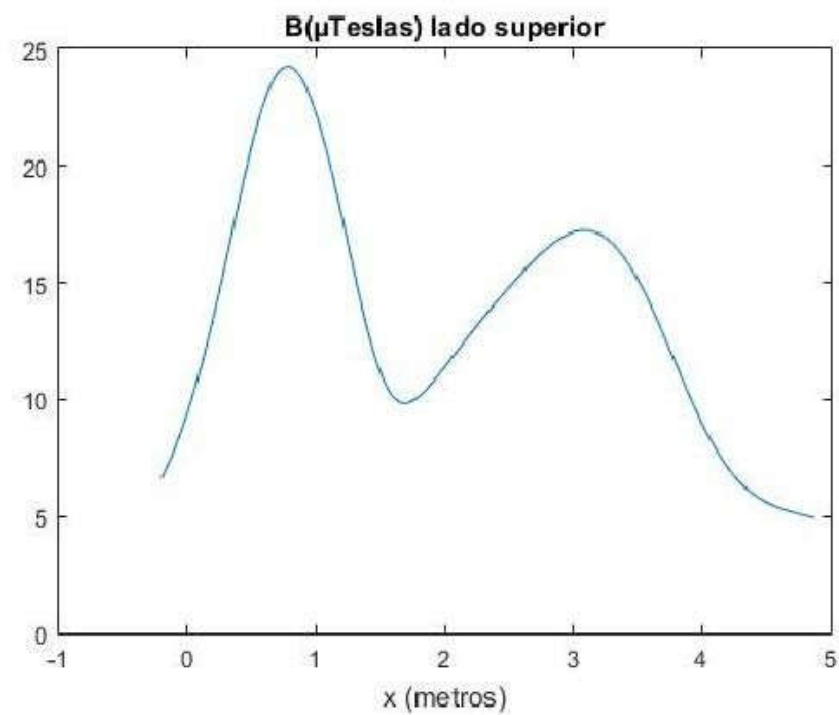
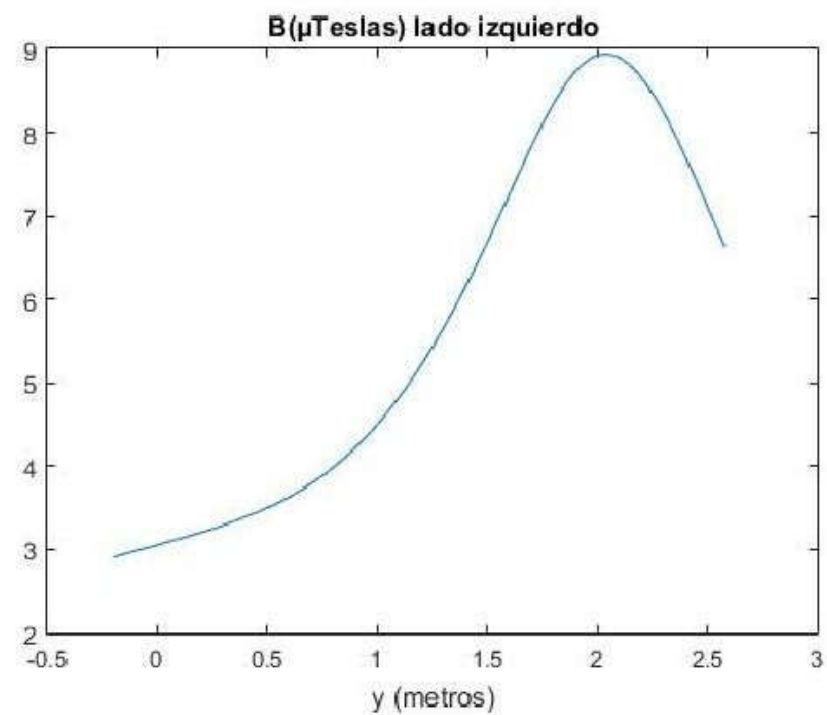
	CAMP MAGNÉTI m. OBRE EL SUE		DISTRIBUCION EyP	
			C.T.	P. EDIF. REF. 24KV
	FECHA: 0/16 ESCALA:		PXXX	
			SPPXXX.DWG	N°HOJAS N°HOJA

	REV.	FECHA	REALIZADO	V° B°	ENDESA	MODIFICACION



FECHA: 0/16	ESCALA:	CAMP MAGNÉTI m. OBRE EL SUE ISOLINEAS	DISTRIBUCION EyP		
			C.T.	P. EDIF.	REF. 24KV
			PXXX		
			SPPXXX.DWG	N°HOJAS	N°HOJA

CAMPO MAGNÉTICO (μ TESLAS) A 0.2 METROS EXTERIOR A LA PARED
(LINEAS DISCONTINUAS EN VISTA DE REFERENCIA) Y UN METRO SOBRE EL SUELO



CAMP MAGNETI
EXTERIOR
m. OBRE EL SUE
Y 0.2m DE LA PARED

DISTRIBUCION EyP
C.T. P. EDIF. REF. 24KV
PXXX
SPPXXX.DWG N°HOJAS N°HOJA

FECHA: 0/16 ESCALA:



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Anexo 6

Estudio de viabilidad económico-financiera

INDICE ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICO-FINANCIERA

1.	Introducción.....	331
2.	Datos previos al estudio	331
2.1.	Horas de uso del edificio	331
3.	Análisis del consumo eléctrico en luminarias	331
3.1.	Consumo de potencia de las luminariasdel edificio.....	331
3.2.	Consumos estimados anteriores a la implantación de la instalación domótica	334
3.2.1.	Máximo consumo sin domótica	334
3.2.2.	Consumo medio sin domótica.....	334
3.2.3.	Consumo eficiente sin domótica.....	334
3.3.	Consumos estimados después de la implantación domótica.....	334
3.3.1.	Horas de luz aprovechables por meses	335
3.3.2.	Horas de luz no aprovechables por meses	335
3.3.3.	Coeficientes de rendimiento: utilización y luz solar.....	335
3.3.3.1.	Coeficiente de utilización.....	335
3.3.3.2.	Coeficiente de rendimiento domótico (luz solar).....	335
3.4.	Cálculo del consumo final	338
3.5.	Consumo/Ahorro	338
3.5.1.	Consumo máximo sin domótica/ahorro	338
3.5.2.	Consumo medio sin domótica/ahorro	339
3.5.3.	Consumo eficiente sin domótica/ahorro	339
4.	Análisis del consumo de climatización.....	340
4.1.	Consumo de potencia de la climatización del edificio	340
4.2.	Horas de uso de climatización	341
4.3.	Consumos estimados anteriores a la implantación de la instalación domótica.....	341
4.3.1.	Consumo de refrigeración	341
4.3.2.	Consumo de calefacción	342
4.3.3.	Consumo total de climatización.....	342
4.4.	Consumos estimados después de la implantación Domótica.....	342
4.4.1.	Consumo de refrigeración	343
4.4.2.	Consumo de calefacción	343
4.4.3.	Consumo total de climatización después de la instalación Domótica.....	344
4.4.4.	Consumo/Ahorro	344
5.	Ahorro total.....	344
6.	Resultados del estudio económico	345
6.1.	Tasa de retorno simple (PAY BACK)	345

6.2.	VAN.....	346
6.3.	TIR.....	347
6.4.	Resumen de los cálculos económicos	347

1. Introducción

En el siguiente documento trataremos de analizar la viabilidad económica de la instalación domótica y así asegurar que la realización del mismo es totalmente viable desde el punto de vista económico.

El presente estudio hace referencia solo y exclusivamente a la instalación domótica, ya que se entiende que el resto de instalaciones (eléctricas, climatización, etc) son necesarias para el correcto funcionamiento del hotel y no admiten opción a su supresión.

Así, este anexo justificará la inclusión de un sistema inteligente de gestión al hotel, con el correspondiente ahorro de energía, que se traducirá en un ahorro económico.

2. Datos previos al estudio

2.1. *Horas de uso del edificio*

En primer lugar se necesita saber cuántas horas al año está en funcionamiento el hotel. Así que como este se encuentra abierto durante los 365 días al año durante 24 horas al día, vamos a estimar unas 16 horas de uso al día suponiendo las otras 8 horas las correspondientes a las horas de sueño de los clientes en las cuales el gasto del hotel es muy pequeño en comparación al gasto durante el resto del día.

Con lo que el total de horas al año de uso del hotel es:

$$365 \text{ días/año} \cdot 16 \text{ horas/día} = 5840 \text{ horas/año}$$

3. Análisis del consumo eléctrico en luminarias

3.1. *Consumo de potencia de las luminarias del edificio*

Para empezar el análisis se precisa conocer la potencia inicial instalada en luminarias en nuestro edificio objeto del proyecto. La potencia de cada una de las

líneas de iluminación está ya identificado en el documento referente a los cálculos, pero se resumirá en la siguiente tabla:

Planta baja

Línea	Procedencia	Descripción	Potencia (W)
C1	TS1	alumbrado	160
C2	TS1	alumbrado	190
C3	TS1	alumbrado	190
C4	TS1	alumbrado	48
C5	TS1	alumbrado	240
C6	TS1	alumbrado	160
C7	TS1	alumbrado	272
C8	TS1	alumbrado	160
C9	TS2	alumbrado	240
C10	TS2	alumbrado	352
C11	TS2	alumbrado	352
C12	TS2	alumbrado	352
C13	TS2	alumbrado	352
C14	TS2	alumbrado	352
C15	TS2	alumbrado	416
C16	TS3	alumbrado	768
C17	TS3	alumbrado	280
C18	TS3	alumbrado	300
C19	TS4	alumbrado	220
C20	TS4	alumbrado	300
C21	TS6	alumbrado	480
C22	TS6	alumbrado	60
C23	TS6	alumbrado	364
C24	TS6	alumbrado	260
C25	TS7	alumbrado	442
C26	TS8	alumbrado	442
C27	TS8	alumbrado	312
C28	TS7	alumbrado	1680
C29	TS7	alumbrado	2520
C30	TS9	alumbrado	2520
C31	TS9	alumbrado	1680
C32	TS9	alumbrado	1680
C33	TS9	alumbrado	2520
C34	TS10	alumbrado	160
C35	TS9	alumbrado	2520
C47	TS5	alumbrado	160

Tabla 30: Potencias en planta baja

Planta tipo

Línea	Procedencia	Descripción	Potencia (W)
C1	TS3P	alumbrado	260
C2	TS3P	alumbrado	260
C3	TS3P	alumbrado	260
C4	TS3P	alumbrado	260
C5	TS3P	alumbrado	260
C6	TS3P	alumbrado	260
C7	TS3P	alumbrado	260
C8	TS3P	alumbrado	260
C9	TS3P	alumbrado	260
C10	TS3P	alumbrado	260
C11	TS3P	alumbrado	260
C12	TS3P	alumbrado	260
C13	TS3P	alumbrado	260
C14	TS3P	alumbrado	260
C15	TS3P	alumbrado	260
C16	TS3P	alumbrado	260
C17	TS3P	alumbrado	260
C18	TS3P	alumbrado	260
C19	TS3P	alumbrado	260
C20	TS3P	alumbrado	260
C21	TS3P	alumbrado	260
C22	TS3P	alumbrado	260
C23	TS3P	alumbrado	260
C24	TS3P	alumbrado	260
C25	TS3P	alumbrado	260
C26	TS3P	alumbrado	260
C27	TS3P	alumbrado	260
C28	TS3P	alumbrado	260

Tabla 31: Consumos en Planta Tipo

Total instalación:

Total Planta Baja	23,504 kW
Total Planta primera	7,28 kW
Total Planta segunda	7,28 kW
Total Planta tercera	7,28 kW
TOTAL INSTALACIÓN	45,344 kW

Tabla 32: Total iluminación

3.2. Consumos estimados anteriores a la implantación de la instalación domótica

Definiremos tres situaciones:

3.2.1. Máximo consumo sin domótica

Será el caso cuando la iluminación se encontrará en la totalidad de las horas de utilización del día encendidas, independientemente de las condiciones de luminosidad exterior.

Máximo consumo sin domótica:

$$5840 \text{ horas/año} \cdot 45,3 \text{ kW} = 264808,96 \text{ kWh/año}$$

3.2.2. Consumo medio sin domótica

Será cuando la iluminación solamente se utilice en los casos en que se encuentre alguna dependencia ocupada, para ello le aplicaremos un factor del 75% al máximo.

Consumo medio sin domótica:

$$264808,96 \text{ kWh/año} \cdot 0,75 \text{ p.u} = 198606,72 \text{ kWh/año}$$

3.2.3. Consumo eficiente sin domótica

Será cuando la iluminación solamente se utilice en los casos en que se encuentre alguien en alguna dependencia y sea necesaria su utilización, para ello le aplicaremos un factor del 52% al máximo.

Consumo eficiente sin domótica:

$$264808,96 \text{ kWh/año} \cdot 0,52 \text{ p.u} = 137700,659 \text{ kWh/año}$$

3.3. Consumos estimados después de la implantación domótica

Para realizar la nueva previsión de consumo eléctrico incluyendo la instalación domótica es necesario conocer las horas de luz aprovechables por meses.

3.3.1. Horas de luz aprovechables por meses

Mes	Días/mes	Horas/mes	Horas/día
Enero	31	227	7,32
Febrero	28	281	10,04
Marzo	31	262	8,45
Abril	30	227	7,57
Mayo	31	310	10
Junio	30	341	11,37
Julio	31	384	12,39
Agosto	31	346	11,16
Septiembre	30	240	8
Octubre	31	214	6,9
Noviembre	30	131	4,37
Diciembre	31	154	4,97
Total		3117	h/año

Tabla 33: Horas de sol aprovechables

3.3.2. Horas de luz no aprovechables por meses

Las horas de luz no aprovechables serán las horas totales menos las horas aprovechables:

$$5840 \text{ h/año} - 3117 \text{ h/año} = 2723 \text{ h/año}$$

3.3.3. Coeficientes de rendimiento: utilización y luz solar

Para estimar el ahorro debido a la implantación del sistema domótico se definirán dos coeficientes para obtener unos resultados finales aproximados.

3.3.3.1. Coeficiente de utilización

Este coeficiente muestra el grado de utilización por dependencias, este valor servirá para calcular el ahorro energético debido la implantación de los detectores de presencia.

3.3.3.2. Coeficiente de rendimiento domótico (luz solar)

Este coeficiente muestra la capacidad de una dependencia de aprovechar la luz solar. A mayor coeficiente de rendimiento domótico, mayor ahorro. Este coeficiente dependerá de:

- Número de ventanas.
- Características geométricas de la dependencia.
- Índice de reflexión de paredes y techo, así como el color.
- Número de circuitos diferentes.
- Tipo de circuito: ON/OFF o regulable.
- Orientación respecto al sol

En primer lugar se aplica el coeficiente de utilización al total de la potencia por dependencias y se obtiene los parciales.

Después se aplica el coeficiente de rendimiento domótico a los parciales y se obtiene los subtotales, los subtotales hay que aplicarlos sólo a las horas de luz aprovechables.

Según estos datos, los valores estimados son los siguientes:

Planta Baja

Línea	Procedencia	Potencia (W)	Coeficiente utilización (%)	Potencia parcial (W)	Rendimiento domótico (η)	Subototal (W)
C1	TS1	160	40	64	40	38,4
C2	TS1	190	40	76	40	45,6
C3	TS1	190	40	76	40	45,6
C4	TS1	48	15	7,2	0	7,2
C5	TS1	240	85	204	10	183,6
C6	TS1	160	85	136	10	122,4
C7	TS1	272	20	54,4	20	43,52
C8	TS1	160	95	152	70	45,6
C9	TS2	240	15	36	10	32,4
C10	TS2	352	15	52,8	75	13,2
C11	TS2	352	15	52,8	75	13,2
C12	TS2	352	15	52,8	75	13,2
C13	TS2	352	15	52,8	75	13,2
C14	TS2	352	15	52,8	75	13,2
C15	TS2	416	15	62,4	75	15,6
C16	TS3	768	10	76,8	20	61,44

C17	TS3	280	10	28	20	22,4
C18	TS3	300	10	30	0	30
C19	TS4	220	70	154	40	92,4
C20	TS4	300	70	210	40	126
C21	TS6	480	50	240	45	132
C22	TS6	60	50	30	45	16,5
C23	TS6	364	45	163,8	60	65,52
C24	TS6	260	45	117	60	46,8
C25	TS7	442	20	88,4	30	61,88
C26	TS8	442	20	88,4	30	61,88
C27	TS8	312	10	31,2	0	31,2
C28	TS7	1680	40	672	15	571,2
C29	TS7	2520	40	1008	15	856,8
C30	TS9	2520	40	1008	15	856,8
C31	TS9	1680	40	672	15	571,2
C32	TS9	1680	40	672	15	571,2
C33	TS9	2520	40	1008	15	856,8
C34	TS10	160	40	64	15	54,4
C35	TS9	2520	40	1008	15	856,8
C47	TS5	160	60	96	30	67,2

Planta Tipo

Línea	Procedencia	Potencia (W)	Coefficiente utilización (%)	Potencia parcial (W)	Rendimiento domótico (η)	Subototal (W)
C1	TS3P	260	90	234	60	93,6
C2	TS3P	260	90	234	60	93,6
C3	TS3P	260	90	234	60	93,6
C4	TS3P	260	90	234	60	93,6
C5	TS3P	260	90	234	60	93,6
C6	TS3P	260	90	234	60	93,6
C7	TS3P	260	90	234	60	93,6
C8	TS3P	260	90	234	60	93,6
C9	TS3P	260	90	234	60	93,6
C10	TS3P	260	90	234	60	93,6
C11	TS3P	260	90	234	60	93,6
C12	TS3P	260	90	234	60	93,6
C13	TS3P	260	90	234	60	93,6
C14	TS3P	260	90	234	60	93,6
C15	TS3P	260	90	234	60	93,6
C16	TS3P	260	90	234	60	93,6
C17	TS3P	260	90	234	60	93,6
C18	TS3P	260	90	234	60	93,6

C19	TS3P	260	90	234	60	93,6
C20	TS3P	260	90	234	60	93,6
C21	TS3P	260	90	234	60	93,6
C22	TS3P	260	90	234	60	93,6
C23	TS3P	260	90	234	60	93,6
C24	TS3P	260	90	234	60	93,6
C25	TS3P	260	90	234	60	93,6
C26	TS3P	260	90	234	60	93,6
C27	TS3P	260	90	234	60	93,6
C28	TS3P	260	90	234	60	93,6

Resumen

Planta	Potencia (kW)	Potencia parcial (kW)	Subototal (kW)
Total Planta Baja	23,504	8,5976	6,65634
Total Planta primera	7,28	6,552	2,6208
Total Planta segunda	7,28	6,552	2,6208
Total Planta tercera	7,28	6,552	2,6208
TOTAL INSTALACIÓN	45,344	28,2536	14,51874

3.4. Cálculo del consumo final

El consumo será la “potencia parcial” por las “horas no aprovechables”, sumado a la “potencia subtotal” por las “horas aprovechables”:

$$\text{Consumo} = \text{Potencia parcial} \cdot \text{horas No aprovechables} + \text{Potencia subtotal} \cdot \text{horas aprovechables}$$

$$\text{Consumo} = 28,2536 \text{ kW} \cdot 2723 \text{ h/año} + 14,51874 \text{ kW} \cdot 3117 \text{ h/año} = 122189,465 \text{ kWh/año}$$

3.5. Consumo/Ahorro

Se comparan los gastos obtenidos con los ahorros esperados tras la incorporación de la instalación domótica proyectada.

3.5.1. Consumo máximo sin domótica/ahorro

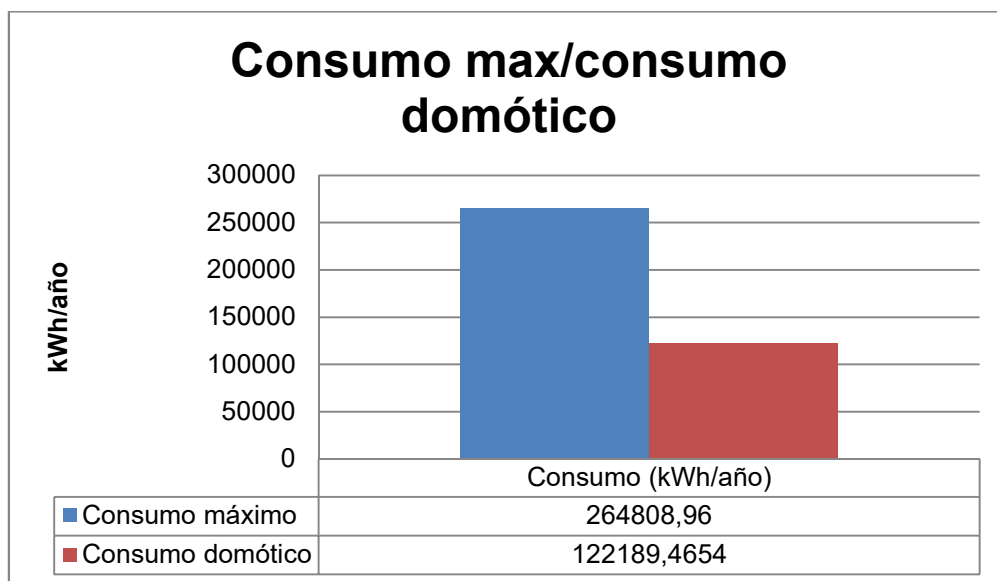


Gráfico 1: Consumo max frente consumo domótico

Como se puede comprobar, al incorporar la instalación domótica, se produce un ahorro del 54 % con respecto al consumo máximo sin domótica.

3.5.2. Consumo medio sin domótica/ahorro

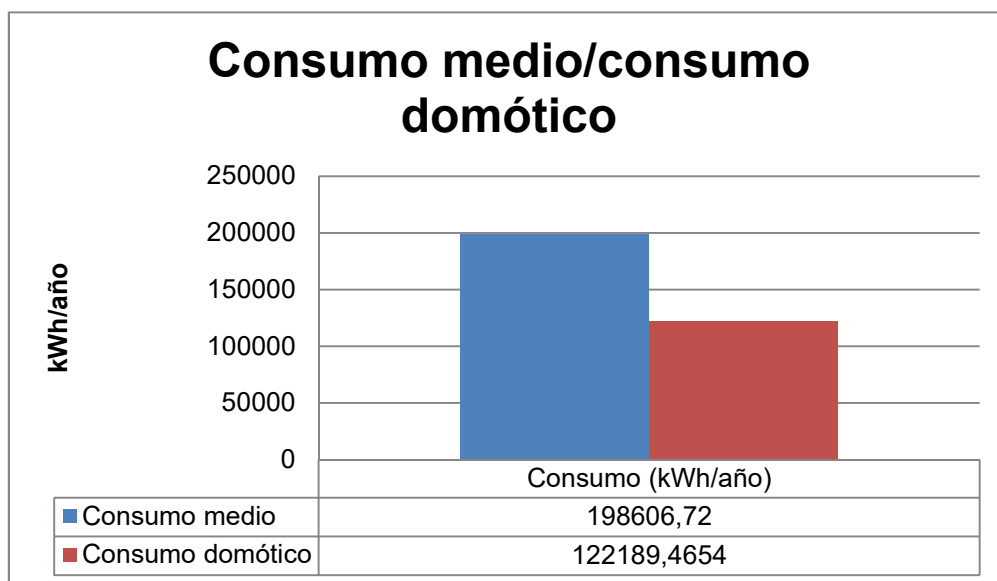


Gráfico 2: Consumo medio frente consumo domótico

Como se puede comprobar, al incorporar la instalación domótica, se produce un ahorro del 38% con respecto al consumo medio sin domótica.

3.5.3. Consumo eficiente sin domótica/ahorro

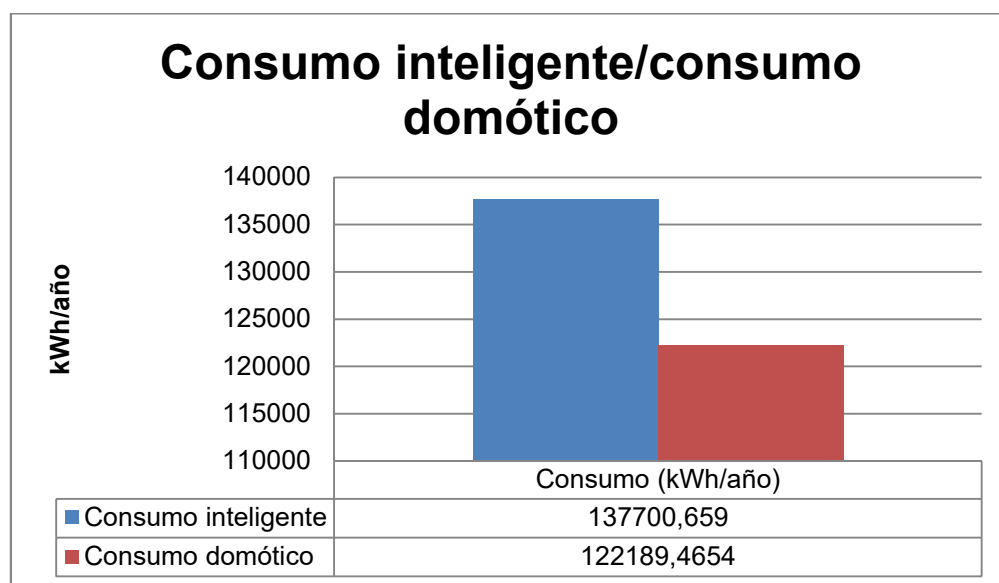


Gráfico 3: Consumo inteligente frente consumo domótico

Como se puede comprobar, al incorporar la instalación domótica, se produce un ahorro del 11% con respecto al consumo eficiente sin domótica.

4. Análisis del consumo de climatización

4.1. Consumo de potencia de la climatización del edificio

En la siguiente tabla se detalla el la potencia de refrigeración y calefacción máxima y media de las diferentes dependencias del edificio:

\		Climatización			Calefacción		
		Nº equipos	Potencia max (W)	Pot media (W)	Nº equipos	Potencia max (W)	Pot media (W)
Planta baja	Auditorio	4	2000	1500	4	2500	2000
	Oficinas	6	2000	1500	6	2500	2000
	Tienda	1	2000	1500	1	2500	2000
	Restaurante	4	2000	1500	4	2500	2000
	Salas trabajo	4	2000	1500	4	2500	2000
	Sala Estar	2	2000	1500	2	2500	2000
	Sala de Fiestas	8	2000	1500	8	2500	2000
	Habitación	24	2000	1500	24	2500	2000

Tabla 34: Consumo de climatización/calefacción

	Climatización		Calefacción	
	Potencia max (W)	Pot media (W)	Potencia max (W)	Pot media (W)
Planta baja	58000	43500	72500	58000

Planta primera	48000	36000	60000	48000
Planta segunda	48000	36000	60000	48000
Planta tercera	48000	36000	60000	48000
TOTAL	202000	151500	252500	202000

Tabla 35: Resumen consumos

4.2. Horas de uso de climatización

Para el análisis de la climatización tendremos en cuenta el número de horas al día del uso de está y del número total de días que se estima de uso al año, las calcularemos en relación a la distribución de temperaturas en Córdoba por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

Se ha tenido en cuenta las condiciones de confort del Reglamento para Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

- **Régimen de verano:** Temperatura operativa 25°C, Humedad relativa 55%
- **Régimen de invierno:** Temperatura operativa 24°C, Humedad relativa 40%

Por lo tanto:

- Horas de uso de refrigeración:

$$14 \frac{h}{\text{día}} \cdot 145 \frac{\text{día}}{\text{año}} = 2030 \frac{h}{\text{año}}$$

- Horas de uso de calefacción:

$$14 \frac{h}{\text{día}} \cdot 75 \frac{\text{día}}{\text{año}} = 1050 \frac{h}{\text{año}}$$

4.3. Consumos estimados anteriores a la implantación de la instalación domótica

4.3.1. Consumo de refrigeración

El consumo energético total de refrigeración será el resultado de multiplicar la suma de las potencias ponderadas de las dependencias por las horas de uso de refrigeración:

$$\text{Consumo refrigeración} = 151,5 \text{ kW} \cdot 2030 \text{ h/año} = 307545 \text{ kWh/año}$$

4.3.2. Consumo de calefacción

El consumo energético total de calefacción será el resultado de multiplicar la suma de las potencias ponderadas de calefacción de las dependencias por las horas de uso de ésta:

$$\text{Consumo calefacción} = 202 \text{ kW} \cdot 1050 \text{ h/año} = 212100 \text{ kWh/año}$$

4.3.3. Consumo total de climatización

Sumando los dos consumos anteriores obtenemos el consumo total de climatización:

$$\text{Total} = 307545 \text{ kWh/año} + 212100 \text{ kWh/año} = 519645 \text{ kWh/año}$$

4.4. Consumos estimados después de la implantación Domótica

\	Climatización				Calefacción			
	Nº equipos	Rendimiento domotica	Potencia max (W)	Pot media (W)	Nº equipos	Rendimiento domotica	Potencia max (W)	Pot media (W)
Auditorio	4	10	2000	1350	4	10	2500	1800
Oficinas	6	55	2000	675	6	40	2500	1200
Planta baja Tienda	1	20	2000	1200	1	35	2500	1300
Restaurante	4	20	2000	1200	4	25	2500	1500
Salas trabajo	4	5	2000	1425	4	15	2500	1700

Sala Estar	2	15	2000	1275	2	20	2500	1600
Sala de Fiestas	8	20	2000	1200	8	20	2500	1600
Planta tipo Habitación	24	50	2000	750	24	45	2500	1100

Tabla 36: Consumos después de la domótica

	Climatización		Calefacción	
	Potencia max (W)	Pot media (W)	Potencia max (W)	Pot media (W)
Planta baja	44400	26745	55625	34725
Planta primera	24000	9000	33000	14520
Planta segunda	24000	9000	33000	14520
Planta tercera	24000	9000	33000	14520
TOTAL	116400	53745	154625	78285

Tabla 37: Resumen después de domótica

4.4.1. Consumo de refrigeración

El consumo energético total de refrigeración será el resultado de multiplicar la suma de las potencias medias de las dependencias por las horas de uso de refrigeración:

$$\text{Consumo refrigeración} = 53,745 \text{ kW} \cdot 2030 \text{ h/año} = 109102,35 \text{ kWh/año}$$

4.4.2. Consumo de calefacción

$$\text{Consumo calefacción} = 78,285 \text{ kW} \cdot 1050 \text{ h/año} = 82199,25 \text{ kWh/año}$$

4.4.3. Consumo total de climatización después de la instalación Domótica

Total= 109102,35 kWh/año + 82199,25 kwh/año = 191301,6 kWh/año

4.4.4. Consumo/Ahorro

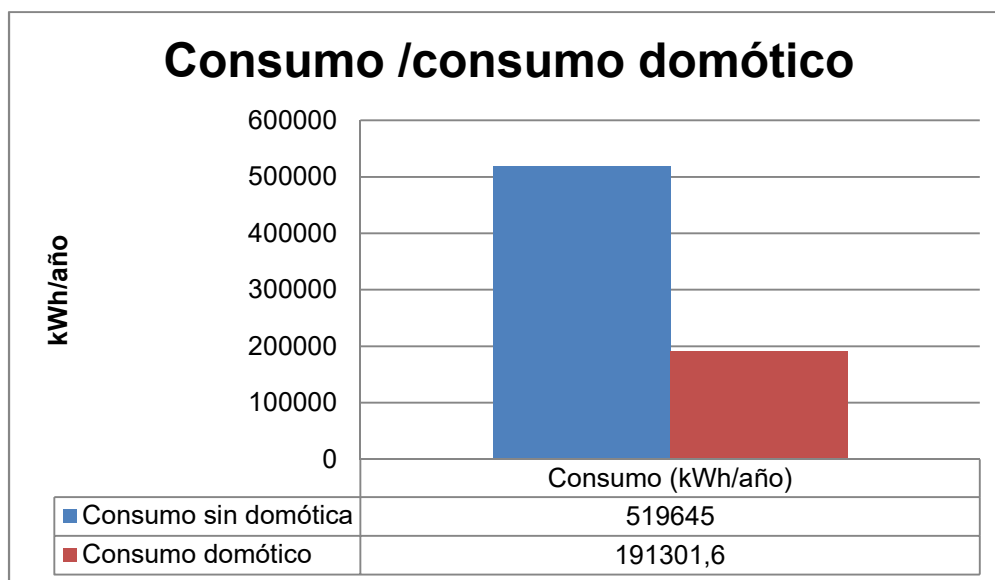


Gráfico 4: Consumo sin domótica frente consumo con domotica

Como se puede comprobar, al incorporar la instalación domótica, se produce un ahorro del 63% con respecto al consumo sin domótica.

Este gran ahorro es debido a los sistemas de aprovechamiento incluidos, que apagarán los sistemas de climatización en los momentos en los que haya alguna ventana/puerta abierta o no se encuentre nadie en la sala a climatizar.

5. Ahorro total

En este punto, se va a calcular el ahorro total debido a la implantación de la instalación domótica en el edificio, que será igual a la suma del ahorro producido mediante la regulación de la iluminación más el ahorro producido mediante la regulación de la climatización.

	Sin domótica (kWh/año)	Con domótica (kWh/año)	Ahorro (kWh/año)
Iluminación	198606,72	122189,465	76417,2546
Climatización	519645	191301,6	328343,4
Total	718251,72	313491,065	404760,655

Tabla 38: Resumen ahorro

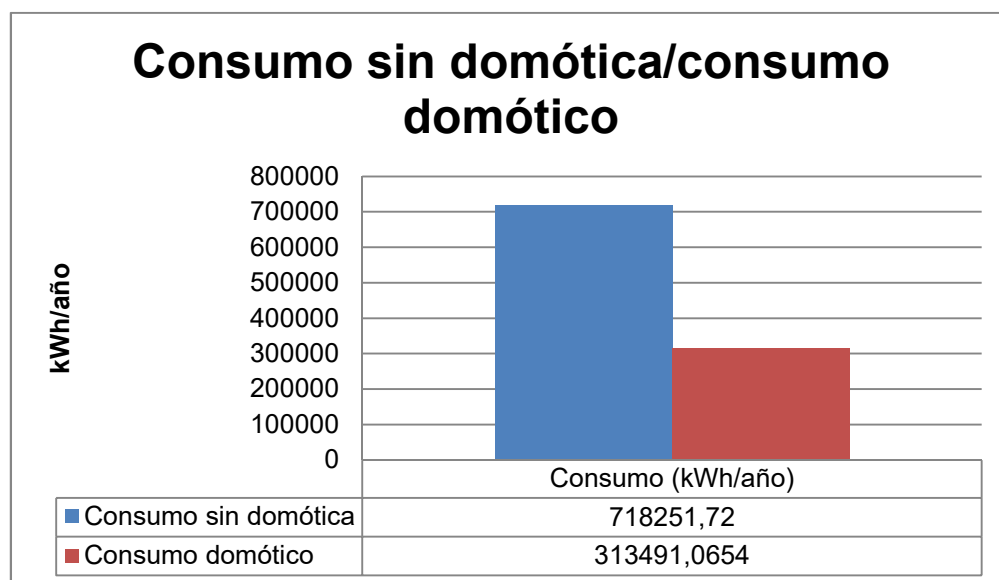


Gráfico 5: Resumen ahorro

Como se puede comprobar, al incorporar la instalación domótica, tanto en iluminación como en climatización, se produce un ahorro total del 57% con respecto al consumo sin domótica.

6. Resultados del estudio económico

Como resultados del estudio económico se muestran los valores de PAY BACK, el VAN y el TIR de la operación:

6.1. Tasa de retorno simple (PAY BACK)

La tasa de retorno simple (trs) ,o PAY BACK en terminología anglosajona, es un indicador económico que muestra el tiempo que tarda la inversión en pagarse a sí misma. Se puede considerar viable la inversión desde el punto de vista del PAY BACK si este está por debajo de la mitad del horizonte temporal de la inversión.

Considerando que:

- Horizonte temporal de la inversión de 20 años.
- El ahorro total anual de potencia es de 404760,65 KWh
- El precio del kWh aproximadamente es de 0,126623 €/KWh
- El presupuesto total de ejecución material es de 151.294,87 €

El ahorro anual será 51.252 €

Observando la tabla que se presenta en el apartado resumen, se puede comprobar que el PAY BACK obtenido es de 4,3 años de la implantación de la instalación domótica, por lo que el horizonte temporal de la inversión son 20 años, se puede considerar que la inversión es viable desde el punto de vista del PAY BACK.

6.2. VAN

El cálculo del VAN es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. Si su valor es mayor a cero, se considera que el proyecto es rentable, si es menor que cero el proyecto no debe acometerse, y si es igual a cero habrá que analizar otros indicadores para valorar la viabilidad del proyecto.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_o$$

Siendo:

- V_t representa los flujos de caja en cada periodo "t". Este valor se va a determinar como la resta del beneficio anual que proporciona la instalación menos los costes de mantenimiento anuales que la instalación conlleva. En este caso se va a tomar un valor de coste de mantenimiento de 5.000 €/año durante todos los años del horizonte temporal considerado anteriormente. Se considerará también que el 10 % del presupuesto es financiado, con un préstamo con un interés del 5% ta. Se tendrán en cuenta las variaciones anuales, que se considerarán de 1 % para los flujos de caja, y de un 5 % para los costes de mantenimiento.:
- I_o es el valor del desembolso inicial de la inversión que asciende a 245.017,91 €.
- n es el número de periodos considerado, en este caso 20 años.
- k es el tipo de interés o tasa de descuento para la cual se considera un valor del 10 %.

Ecuación 43

En la tabla del apartado correspondiente se muestran todos los valores de los parámetros anteriores para cada periodo:

TIR *	TOTAL *	VAN *	MEDIA *	TOTAL *	MEDIA *
16,381	284362,54	103126,42	7,85	444545,76	12,26
%	€	€	%	€	%

Como se puede comprobar el valor del VAN es positivo con lo que se puede considerar que la instalación es viable desde el punto de vista del VAN.

6.3. TIR

La TIR de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto (VAN) es igual a cero. Se considera que un proyecto es viable si la TIR es superior a la tasa de descuento del VAN.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+TIR)^t} - I_o = 0$$

Ecuación 44

TIR *	TOTAL *	VAN *	MEDIA *	TOTAL *	MEDIA *
16,381	284362,54	103126,42	7,85	444545,76	12,26
%	€	€	%	€	%

Tabla 39: Resumen de resultados

Cono el TIR es mayor a la tasa de descuento considerada anteriormente en el cálculo del VAN se puede decir que la instalación es viable desde el punto de vista del TIR.

6.4. Resumen de los cálculos económicos

Para todos los cálculos se ha utilizado una hoja de excel elaborada por D. Fernando Cruz Peragon para inversiones de nuevas instalaciones conociendo el ahorro de energía anual. Los datos obtenidos con el programa de cálculo mencionado son los siguientes:

A1 (€/año)	A2 (€/año)	A3 (€/año)
51.252	0	0
a1 (%)	a2 (%)	a3 (%)
1,00	3,00	3,00

G1 (€/año)	G2 (€/año)	G3 (€/año)
0	0	0
g1 (%)	g2 (%)	g3 (%)
0,00	3,00	3,00

C1 (€/año)	C2 (€/año)	C3 (€/año)
0	0	0
c1 (%)	c2 (%)	c3 (%)
3,00	3,00	3,00

Z (€/año)	I (€)	Vida útil (años)
5.000	201.373,47	20
z (%)	i	e - r
5,00	5,00	10,000

P. FINAN.	VALOR 'r'	PRESTAMO
Rentab. (%)	Dato (%)	F_inv (%)
3	10	10
Nº de años	Incógnita? *	Años
8	n	10
e-r ref. (%)	TRS (años)	Ian (€/año)
0,370168465	4,353832742	20.000
		Años Demora
		0

(*) (N) Valor en celda P25

(*) (S) busca TIR, para años en J34

Tabla 40: Datos iniciales

AÑO	T.A. Tot Elev.	T.G.Tot Elev	T.C.Tot Elev	T.Z. Elev.	Amort. Prest.	C- F Real	C-F Anual - r	VAN	Recup r (%)	C-F Anual - i	Recup i (%)
0	0	0	0	0	0	-181236	-181236,12	-181236,12	0	181236,12	0
1	51764,5	0	0	5250	20000	26514,5	24104,1091	-157132,02	13,29984	25251,924	13,9332
2	52282,2	0	0	5512,5	20000	26769,7	22123,6902	-135008,33	12,20711	24280,875	13,3974
3	52805	0	0	5788,13	20000	27016,9	20298,1682	-114710,16	11,19985	23338,181	12,8772
4	53333	0	0	6077,53	20000	27255,5	18615,877	-96094,28	10,27161	22423,172	12,3724
5	53866,4	0	0	6381,41	20000	27485	17065,9973	-79028,283	9,416443	21535,185	11,8824
6	54405	0	0	6700,48	20000	27704,6	15638,4977	-63389,785	8,628797	20673,564	11,407
7	54949,1	0	0	7035,5	20000	27913,6	14324,0796	-49065,706	7,903546	19837,659	10,9458
8	55498,6	0	0	7387,28	20000	28111,3	13114,1264	-35951,579	7,235934	19026,831	10,4984
9	56053,6	0	0	7756,64	20000	28296,9	12000,6549	-23950,924	6,621558	18240,445	10,0645
10	56614,1	0	0	8144,47	20000	28469,6	10976,271	-12974,653	6,056337	17477,877	9,6437
11	57180,2	0	0	8551,7	0	48628,5	17044,0057	4069,3523	9,404309	28432,099	15,6879
12	57752	0	0	8979,28	0	48772,8	15540,5027	19609,855	8,574727	27158,495	14,9851
13	58329,6	0	0	9428,25	0	48901,3	14164,9679	33774,823	7,815753	25933,409	14,3092
14	58912,9	0	0	9899,66	0	49013,2	12906,706	46681,529	7,121486	24754,994	13,659
15	59502	0	0	10394,6	0	49107,3	11755,9068	58437,436	6,486514	23621,47	13,0335
16	60097	0	0	10914,4	0	49182,6	10703,5728	69141,008	5,905872	22531,128	12,4319
17	60698	0	0	11460,1	0	49237,9	9741,45189	78882,46	5,375006	21482,324	11,8532

18	61305	0	0	12033,1	0	49271,9	8861,97608	87744,436	4,88974	20473,473	11,2966
19	61918	0	0	12634,8	0	49283,2	8058,20502	95802,641	4,446247	19503,055	10,7611
20	62537,2	0	0	13266,5	0	49270,7	7323,77433	103126,42	4,041012	18569,605	10,2461
21	63162,6	0	0	13929,8	0	49232,7	6652,8481	109779,26	3,670818	17671,716	9,75066
22	63794,2	0	0	14626,3	0	49167,9	6040,07531	115819,34	3,33271	16808,031	9,27411
23	64432,1	0	0	15357,6	0	49074,5	5480,54978	121299,89	3,023983	15977,249	8,81571
24	65076,4	0	0	16125,5	0	48950,9	4969,77351	126269,66	2,742154	15178,116	8,37477
25	65727,2	0	0	16931,8	0	48795,4	4503,62291	130773,29	2,484948	14409,426	7,95064
						TIR *	TOTAL *	VAN *	MEDIA *	TOTAL *	MEDIA *
						16,381	284362,54	103126,42	7,85	444545,76	12,26
						%	€	€	%	€	%

LEYENDA		Texto
		Datos de entrada
		Intermedios (no tocar)
		Resultado (no tocar)
		TIR Comparación *

AÑOS PARA TIR * :	20

* Cálculos para los años indicados aquí

Tabla 41: Resultados obtenidos



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Documento 4

Planos

INDICE PLANOS

PLANO 1.- SITUACIÓN

PLANO 2.- EMPLAZAMIENTO

PLANO 3.- VISTA GENERAL DEL HOTEL

PLANO 4.- TRAZADO LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

PLANO 5.- DETALLE CANALIZACIÓN MT

PLANO 6.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PLANO 7.- TRAZADO LÍNEA DE ALIMENTACIÓN

PLANO 8.- DETALLE CANALIZACIÓN BT

PLANO 9.- INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN: PLANTA BAJA

PLANO 10.- INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN: PLANTA TIPO

PLANO 11.- INSTALACIÓN DE POTENCIA: PLANTA BAJA

PLANO 12.- INSTALACIÓN DE POTENCIA: PLANTA TIPO

PLANO 13.- ESQUEMA UNIFILAR ELECTRICIDAD: VISTA GENERAL

PLANO 14.- ESQUEMA UNIFILAR ELECTRICIDAD: DETALLE PLANTA BAJA

PLANO 15.- ESQUEMA UNIFILAR ELECTRICIDAD: DETALLE PLANTA TIPO

PLANO 16.- INSTALACIÓN DOMÓTICA: PLANTA BAJA

PLANO 17.- INSTALACIÓN DOMÓTICA: PLANTA SUPERIOR

PLANO 18.- ESQUEMA UNIFILAR DOMÓTICA: VISTA GENERAL

PLANO 19.- ESQUEMA UNIFILAR DOMÓTICA: DETALLE PLANTA BAJA 1

PLANO 20.- ESQUEMA UNIFILAR DOMÓTICA: DETALLE PLANTA BAJA 2

PLANO 21.- ESQUEMA UNIFILAR DOMÓTICA: DETALLE PLANTA TIPO 1

PLANO 22.- ESQUEMA UNIFILAR DOMÓTICA: DETALLE LÍNEA TIPO

PLANO 23.- DIAGRAMA FUNCIONAL 1

PLANO 24.- DIAGRAMA FUNCIONAL 2

PLANO 25.- DIAGRAMA FUNCIONAL 3



TITULO PROYECTO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR

PLANO:

SITUACIÓN

Alumno

Juan Manuel Rodríguez Torres

Tutor

D. Bernardo Almonacid Cruz

UJa Universidad de Jaén

FECHA:
SEPTIEMBRE 2017

ESCALA:
1:50.000

Nº PLANO:
01



TITULO PROYECTO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR

PLANO:

EMPLAZAMIENTO

Alumno

Juan Manuel Rodríguez Torres

Tutor

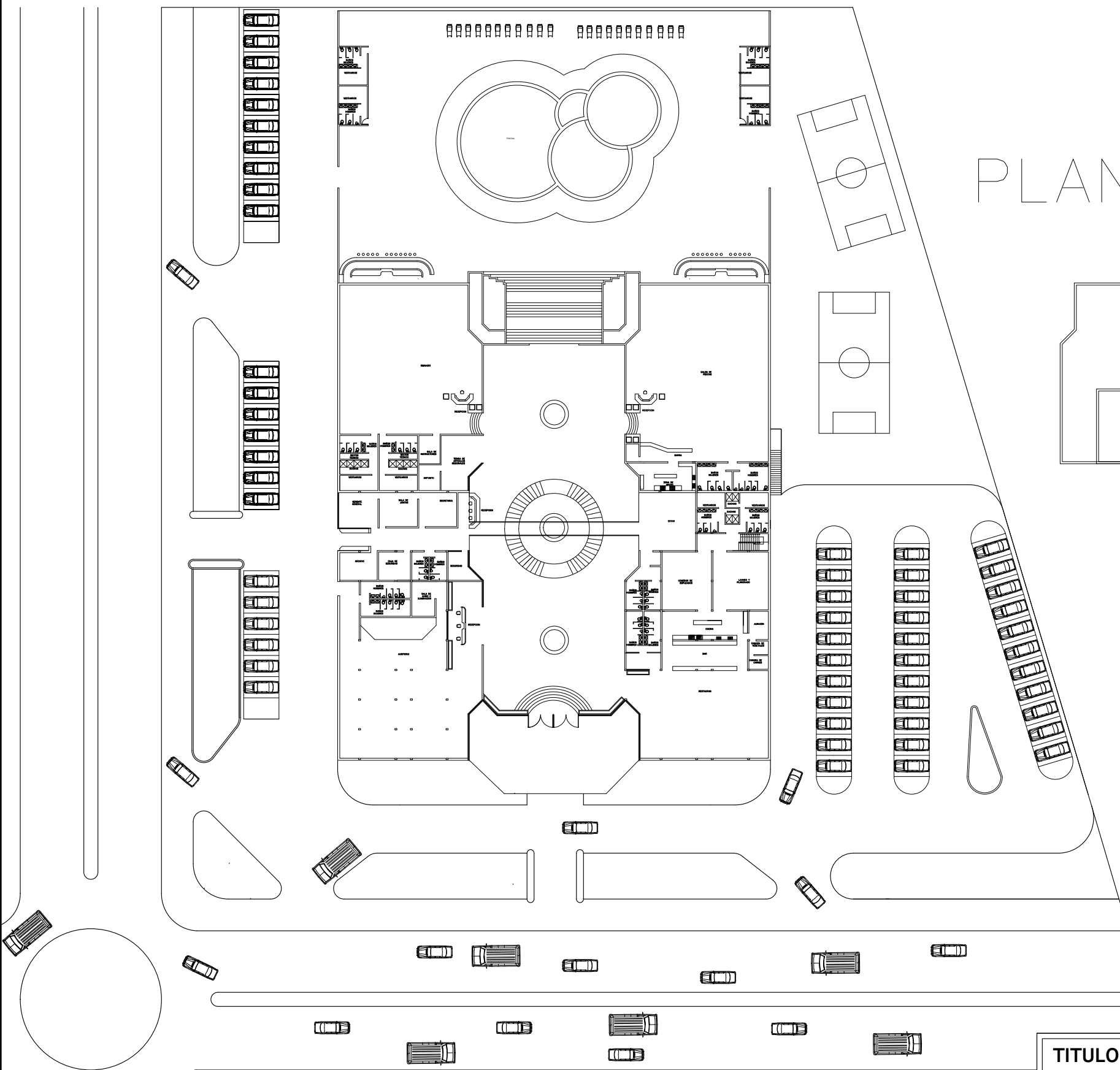
D. Bernardo Almonacid Cruz

UJa Universidad de Jaén

FECHA:
SEPTIEMBRE 2017

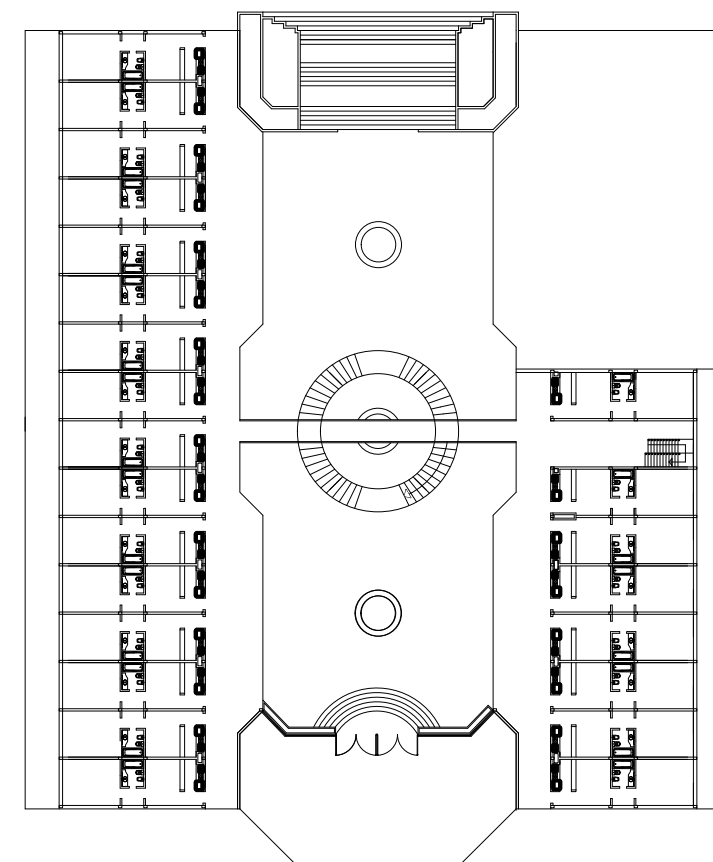
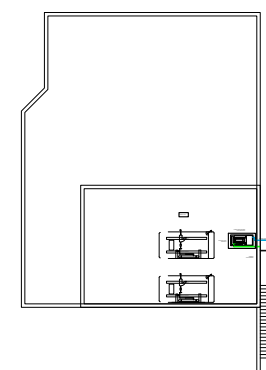
ESCALA:
1:500

Nº PLANO:
02



PLANTA BAJA

PLANTA SÓTANO



PLANTA 1º, 2º Y 3º

TITULO PROYECTO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR

PLANO:

VISTA GENERAL DEL HOTEL

UJa Universidad
de Jaén

FECHA:
SEPTIEMBRE 2017

ESCALA:
1:500

Nº PLANO:
03

Alumno

Juan Manuel Rodríguez Torres

Tutor

D. Bernardo Almonacid Cruz



LINEA 20 KV EXISTENTE DE COMPAÑÍA

NUEVO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN A INSTALAR

LINEA 20 KV A INSTALAR CON DOS CIRCUITOS

ARQUETA TIPO A2

ARQUETA TIPO A1

ARQUETA TIPO A2

LEYENDA

-  CENTRO DE TRANSFORMACION INTEMPERIE
-  CENTRO DE TRANSFORMACION INTERIOR
-  PUENTE
-  EMPALME
-  FIN DE LINEA
-  ELEMENTO DE MANIOBRA
-  FUSIBLE
-  POSTE DE HORMIGON
-  POSTE DE MADERA
-  POSTE METALICO
-  POSTE DE OTROS MATERIALES
-  ARQUETA
-  TUBULAR OCUPADO POR TRAMO BT
-  TUBULAR OCUPADO POR TRAMO MT
-  TUBULAR VACIO
-  TRAMO MT DE 15Kv AEREO
-  TRAMO MT DE 15Kv SUBTERRANEO
-  TRAMO MT DE 20Kv AEREO
-  TRAMO MT DE 20Kv SUBTERRANEO
-  TRAMO MT DE 25Kv AEREO
-  TRAMO MT DE 25 Kv SUBTERRANEO
-  CANALIZACION

TITULO PROYECTO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR

PLANO:

EMPLAZAMIENTO

Alumno

Juan Manuel Rodríguez Torres

Tutor

D. Bernardo Almonacid Cruz

UJa Universidad de Jaén

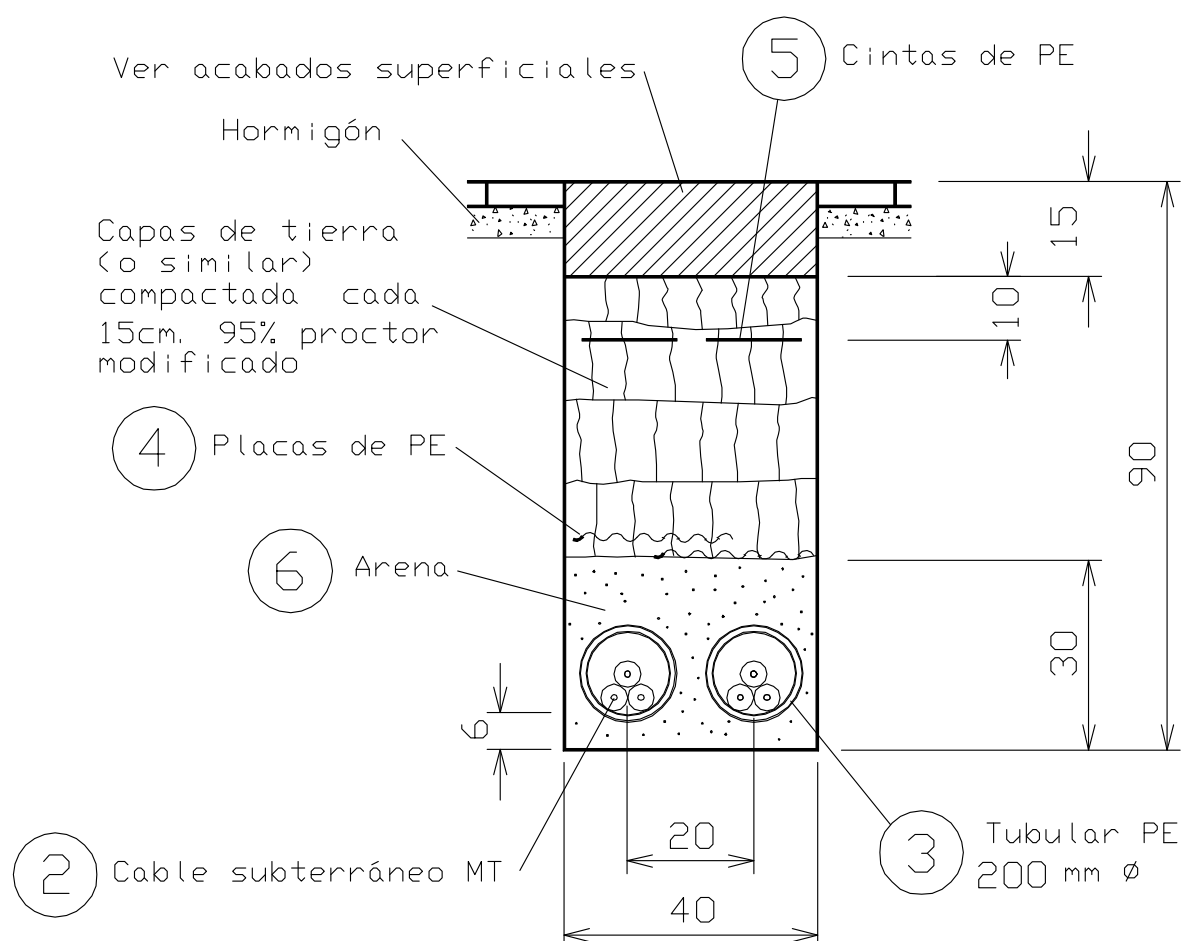
FECHA:
SEPTIEMBRE 2017

ESCALA:
1:500

Nº PLANO:
02

2 CIRCUITOS EN ACERA

(TUBOS SECOS)



TITULO PROYECTO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR

PLANO:

DETALLE CANALIZACIÓN MT

UJa Universidad de Jaén

FECHA:
SEPTIEMBRE 2017

ESCALA:
1:15

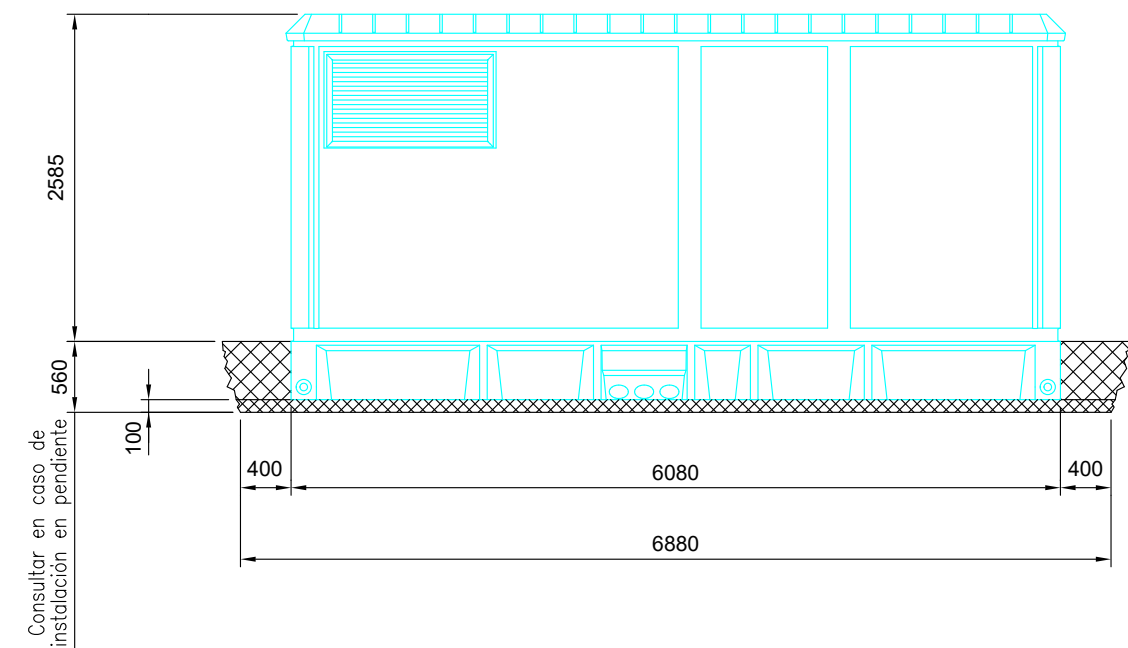
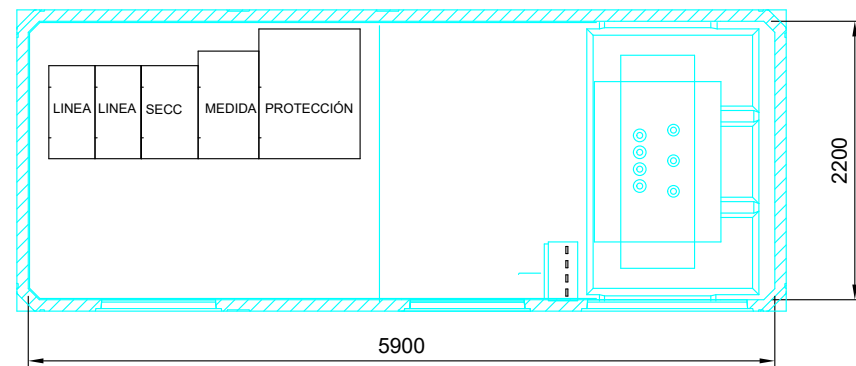
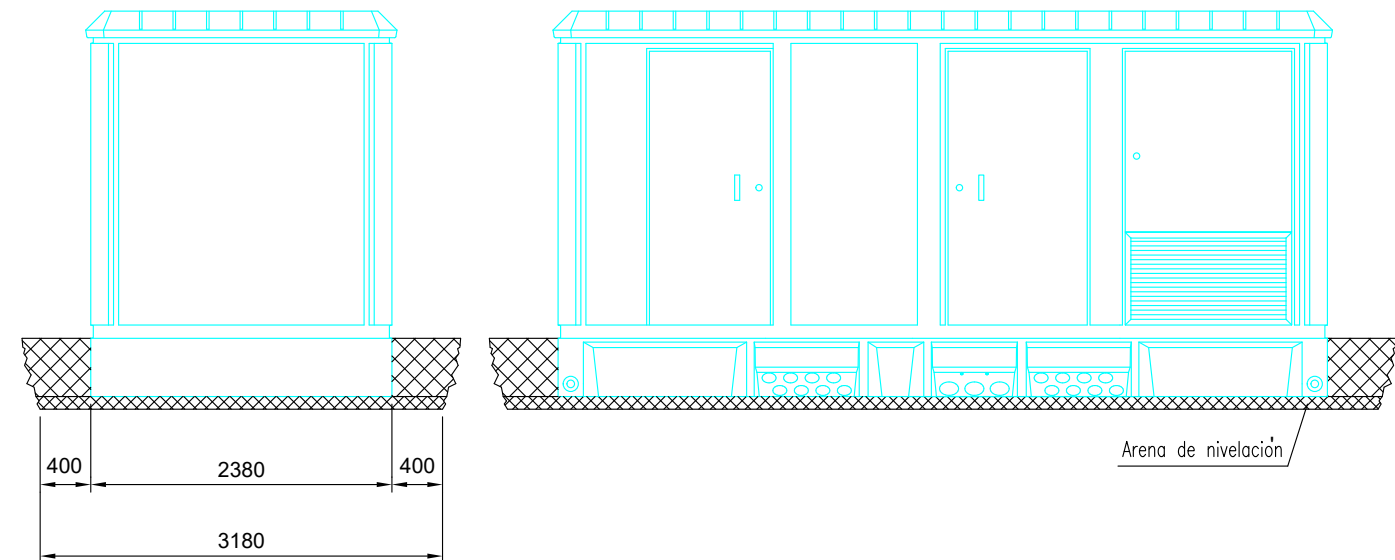
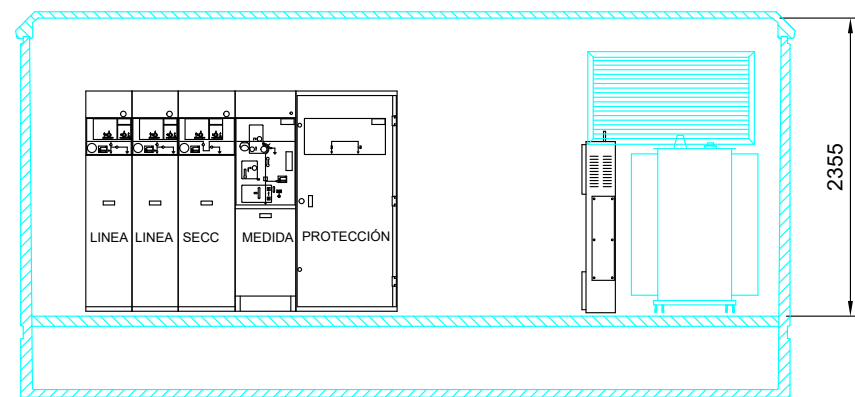
Nº PLANO:
05

Alumno

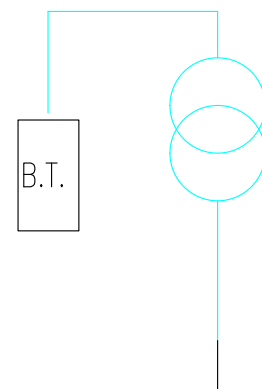
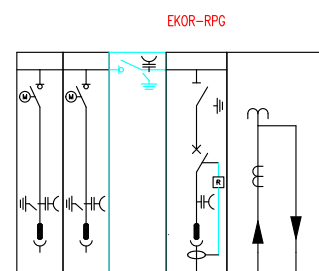
Juan Manuel Rodríguez Torres

Tutor

D. Bernardo Almonacid Cruz



Motor.Motor.



TITULO PROYECTO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR

PLANO:

Alumno

Juan Manuel Rodríguez Torres

Tutor

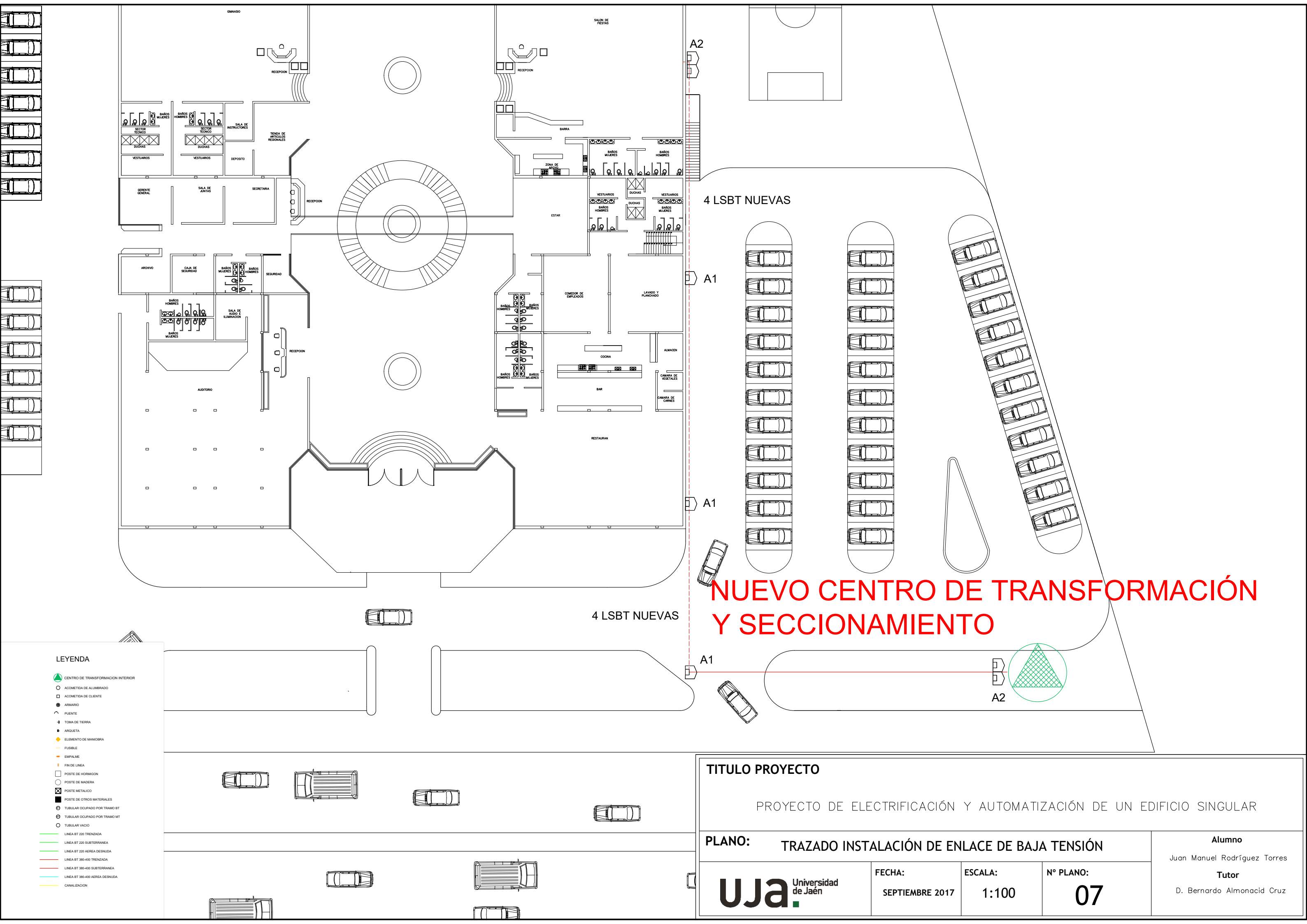
D. Bernardo Almonacid Cruz

UJa Universidad de Jaén

FECHA:
SEPTIEMBRE 2017

ESCALA:

Nº PLANO:



LEYENDA

- CENTRO DE TRANSFORMACION INTERIOR
- ACOMETIDA DE ALUMBRADO
- ACOMETIDA DE CLIENTE
- ARMARIO
- PUENTE
- TOMA DE TIERRA
- ARQUETA
- ELEMENTO DE MANIOBRA
- FUSIBLE
- EMPALME
- FIN DE LINEA
- POSTE DE HORMIGON
- POSTE DE MADERA
- POSTE METALICO
- POSTE DE OTROS MATERIALES
- TUBULAR OCUPADO POR TRAMO BT
- TUBULAR OCUPADO POR TRAMO MT
- TUBULAR VACIO
- LINEA BT 220 TRENZADA
- LINEA BT 220 SUBTERRANEA
- LINEA BT 220 AEREA DESNUDA
- LINEA BT 380-400 TRENZADA
- LINEA BT 380-400 SUBTERRANEA
- LINEA BT 380-400 AEREA DESNUDA
- CANALIZACION

TITULO PROYECTO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR

PLANO: TRAZADO INSTALACIÓN DE ENLACE DE BAJA TENSIÓN

UJa Universidad de Jaén

FECHA: SEPTIEMBRE 2017

ESCALA: 1:100

Nº PLANO: 07

Alumno

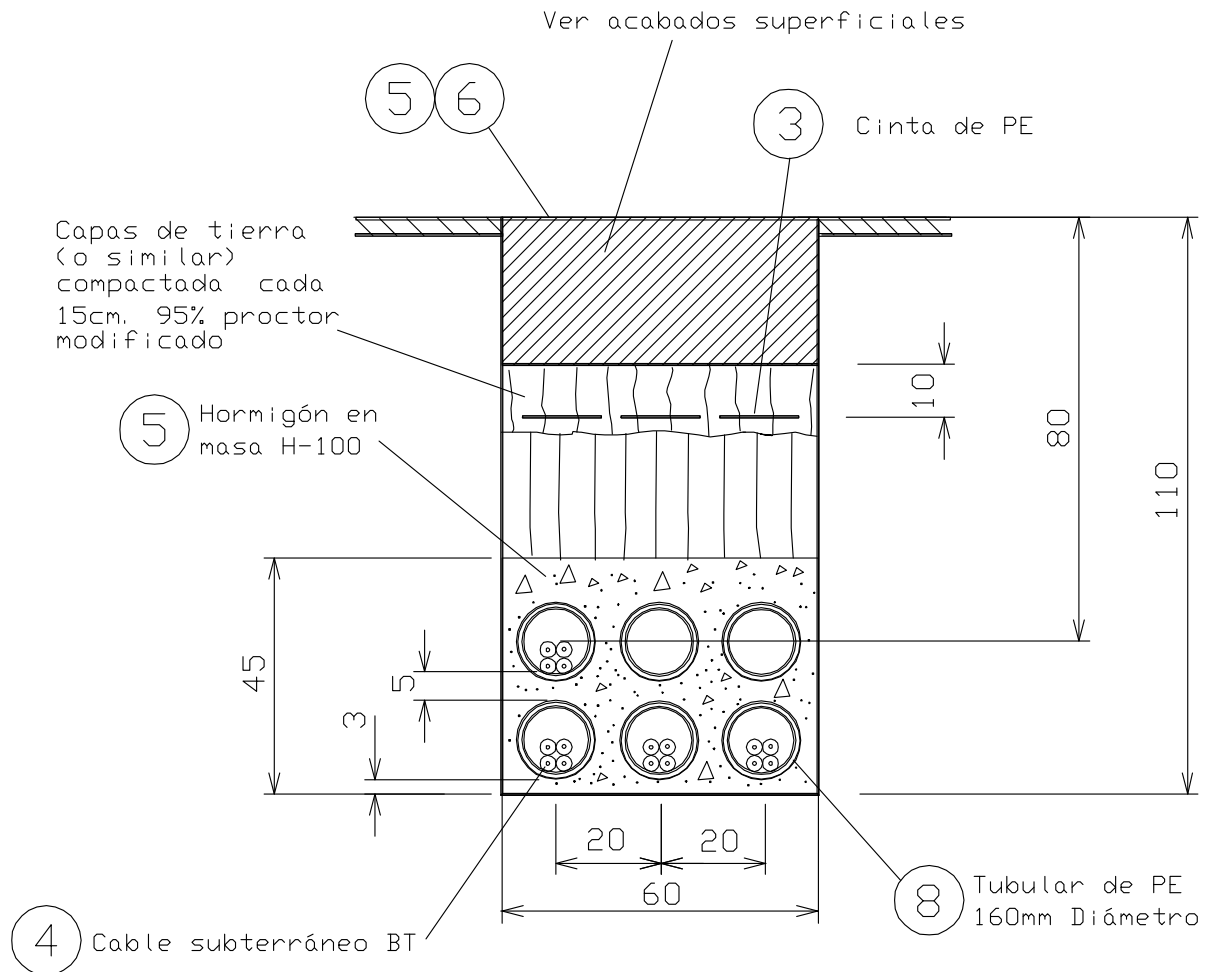
Juan Manuel Rodríguez Torres

Tutor

D. Bernardo Almonacid Cruz

4 CIRCUITOS EN CALZADA

(6 TUBOS HORMIGONADOS)



TITULO PROYECTO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR

PLANO:

DETALLE CANALIZACIÓN BT

UJa Universidad de Jaén

FECHA:
SEPTIEMBRE 2017

ESCALA:
1:15

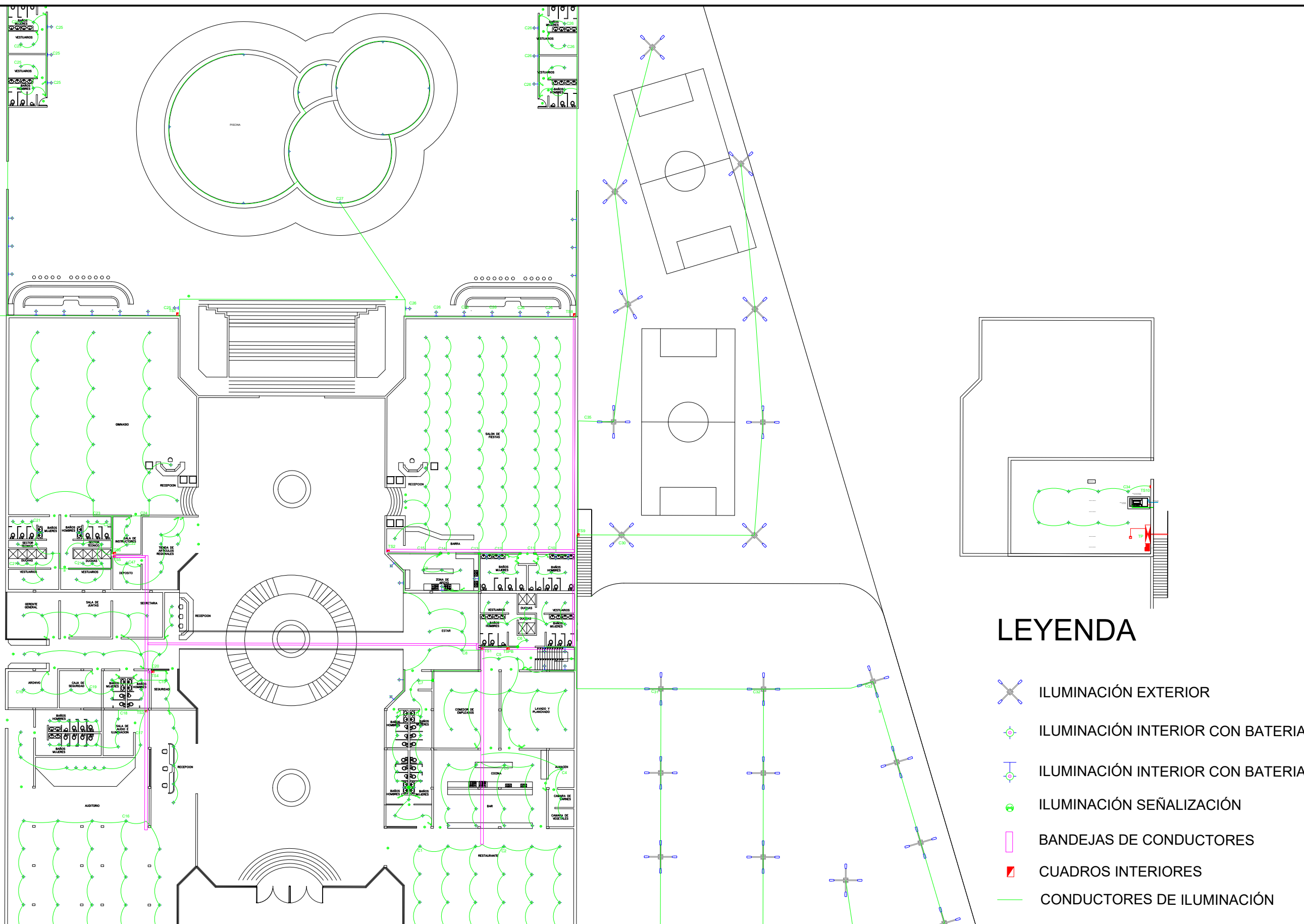
Nº PLANO:
08

Alumno

Juan Manuel Rodríguez Torres

Tutor

D. Bernardo Almonacid Cruz



LEYENDA

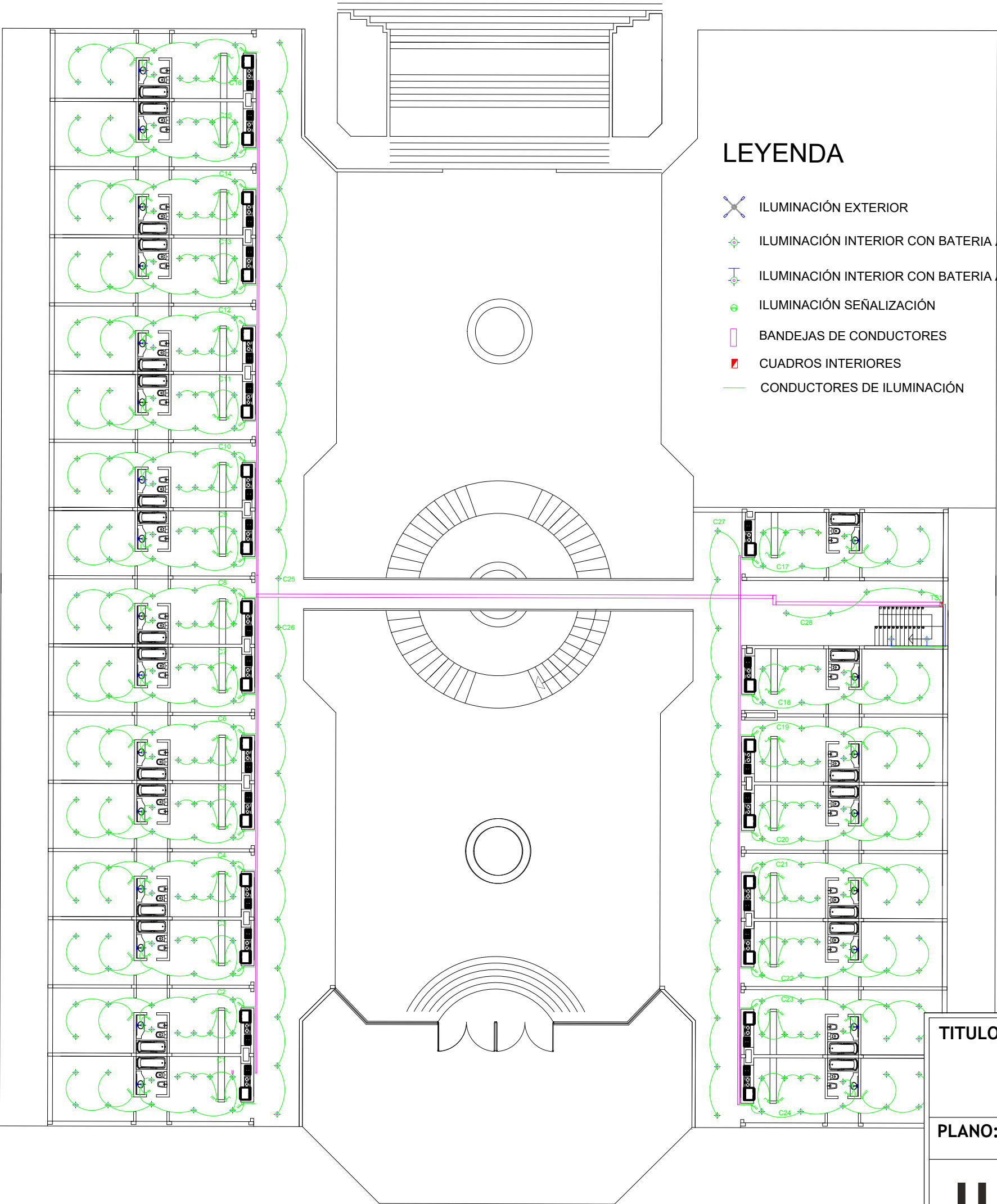
- ILUMINACIÓN EXTERIOR
- ILUMINACIÓN INTERIOR CON BATERIA
- ILUMINACIÓN INTERIOR CON BATERIA
- ILUMINACIÓN SEÑALIZACIÓN
- BANDEJAS DE CONDUCTORES
- CUADROS INTERIORES
- CONDUCTORES DE ILUMINACIÓN

TITULO PROYECTO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR

PLANO: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN PLANTA BAJA

UJa Universidad de Jaén	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	Alumno
	SEPTIEMBRE 2017	1:100	09	Juan Manuel Rodríguez Torres
				Tutor
				D. Bernardo Almonacid Cruz



LEYENDA

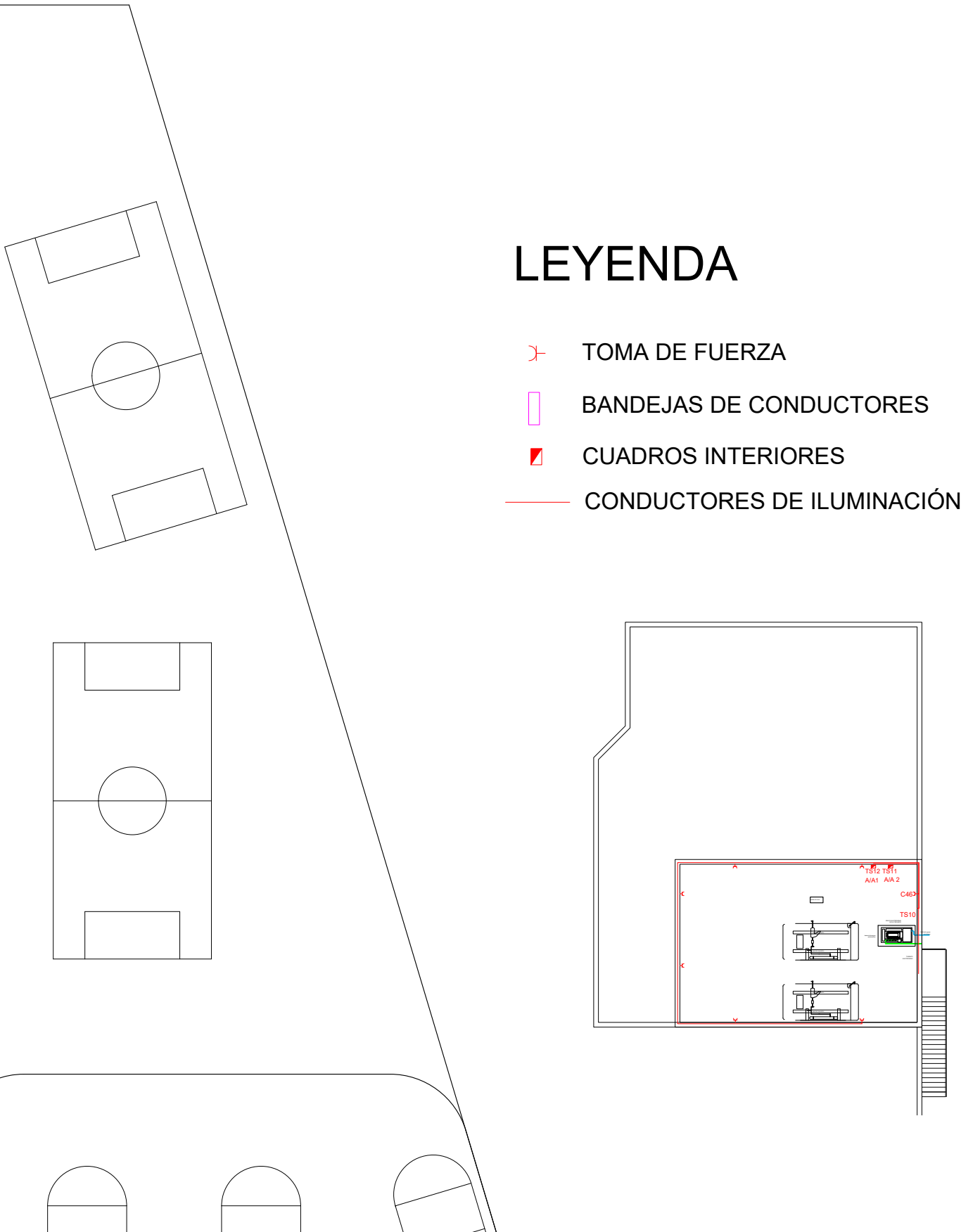
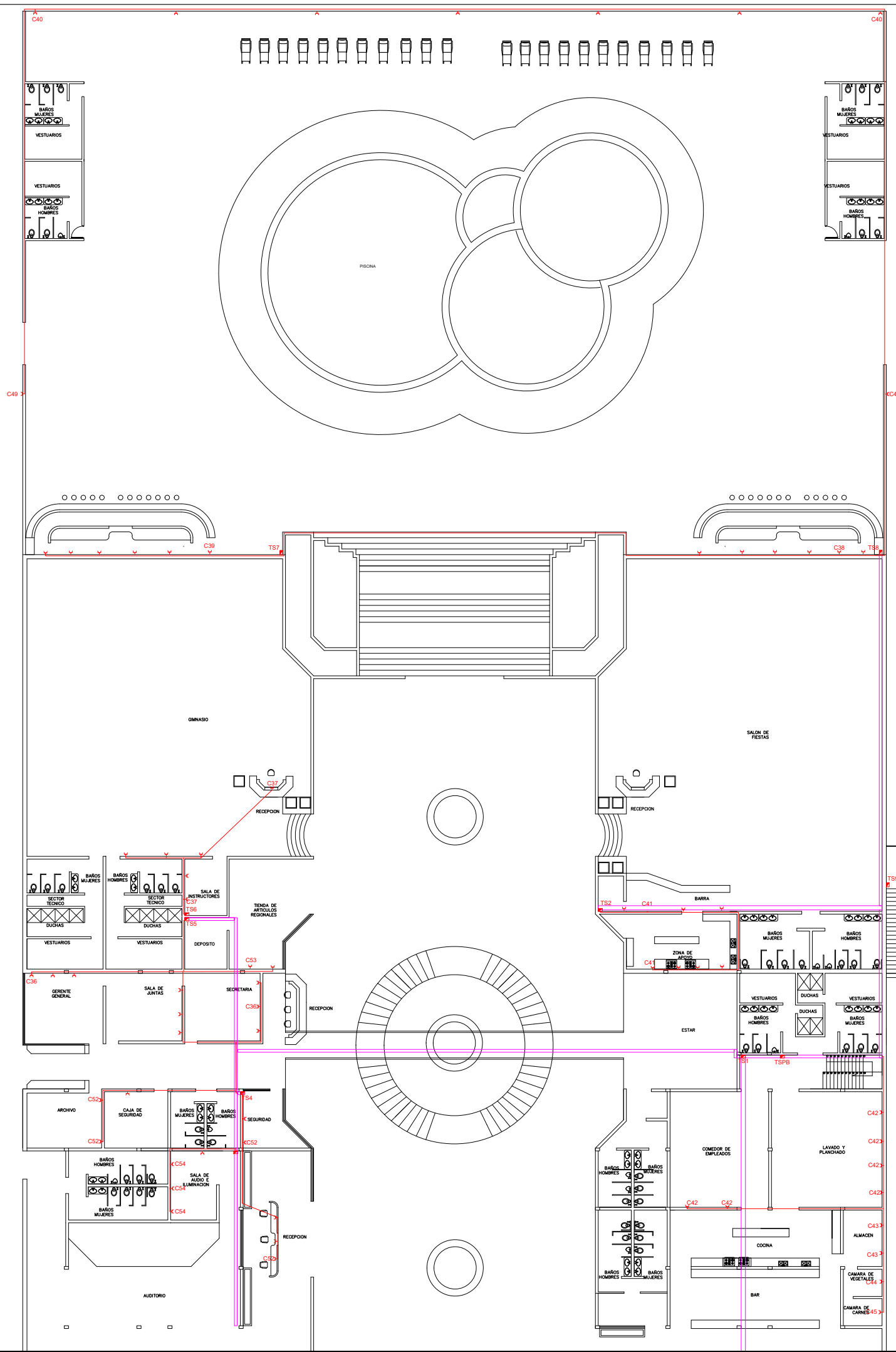
- ILUMINACIÓN EXTERIOR
- ILUMINACIÓN INTERIOR CON BATERIA AUTONOMA
- ILUMINACIÓN INTERIOR CON BATERIA AUTONOMA
- ILUMINACIÓN SEÑALIZACIÓN
- BANDEJAS DE CONDUCTORES
- CUADROS INTERIORES
- CONDUCTORES DE ILUMINACIÓN

TITULO PROYECTO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR

PLANO: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN PLANTA TIPO

UJa Universidad de Jaén	FECHA: SEPTIEMBRE 2017	ESCALA: 1:100	Nº PLANO: 10	Alumno Juan Manuel Rodríguez Torres
				Tutor D. Bernardo Almonacid Cruz



LEYENDA

-  TOMA DE FUERZA
-  BANDEJAS DE CONDUCTORES
-  CUADROS INTERIORES
-  CONDUCTORES DE ILUMINACIÓN

TITULO PROYECTO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR

PLANO: INSTALACIÓN DE POTENCIA PLANTA BAJA

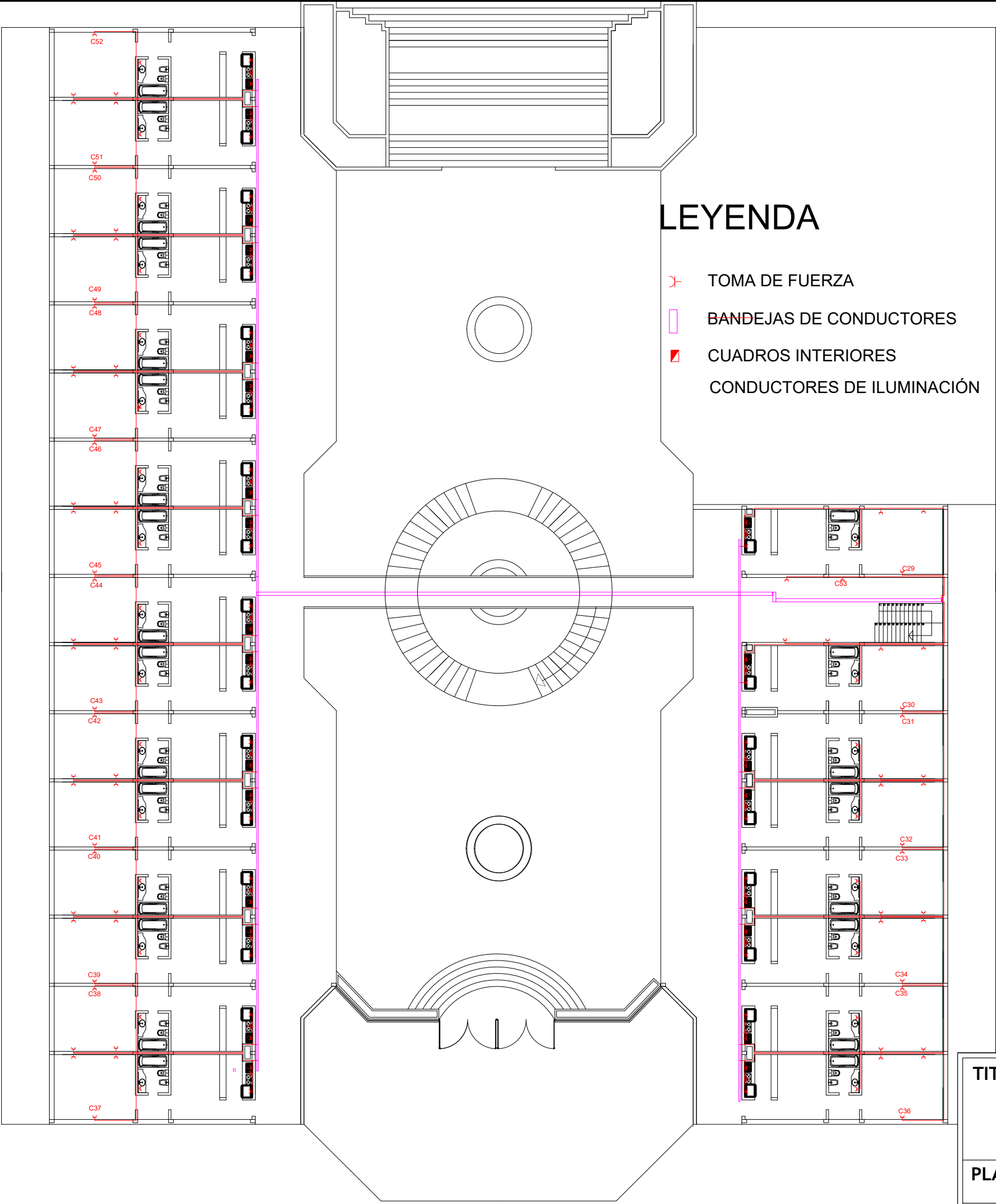
Alumno
Juan Manuel Rodríguez Torres
Tutor
D. Bernardo Almonacid Cruz

UJa Universidad de Jaén

FECHA:
SEPTIEMBRE 2017

ESCALA:
1:100

Nº PLANO:
11



LEYENDA

- TOMA DE FUERZA
- BANDEJAS DE CONDUCTORES
- CUADROS INTERIORES
- CONDUCTORES DE ILUMINACIÓN

TITULO PROYECTO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR

PLANO: INSTALACIÓN DE POTENCIA PLANTA BAJA

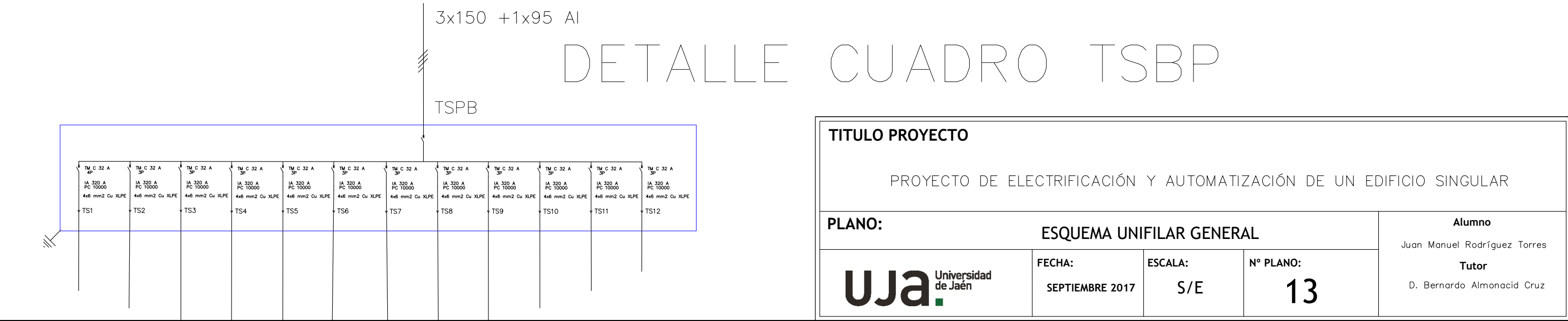
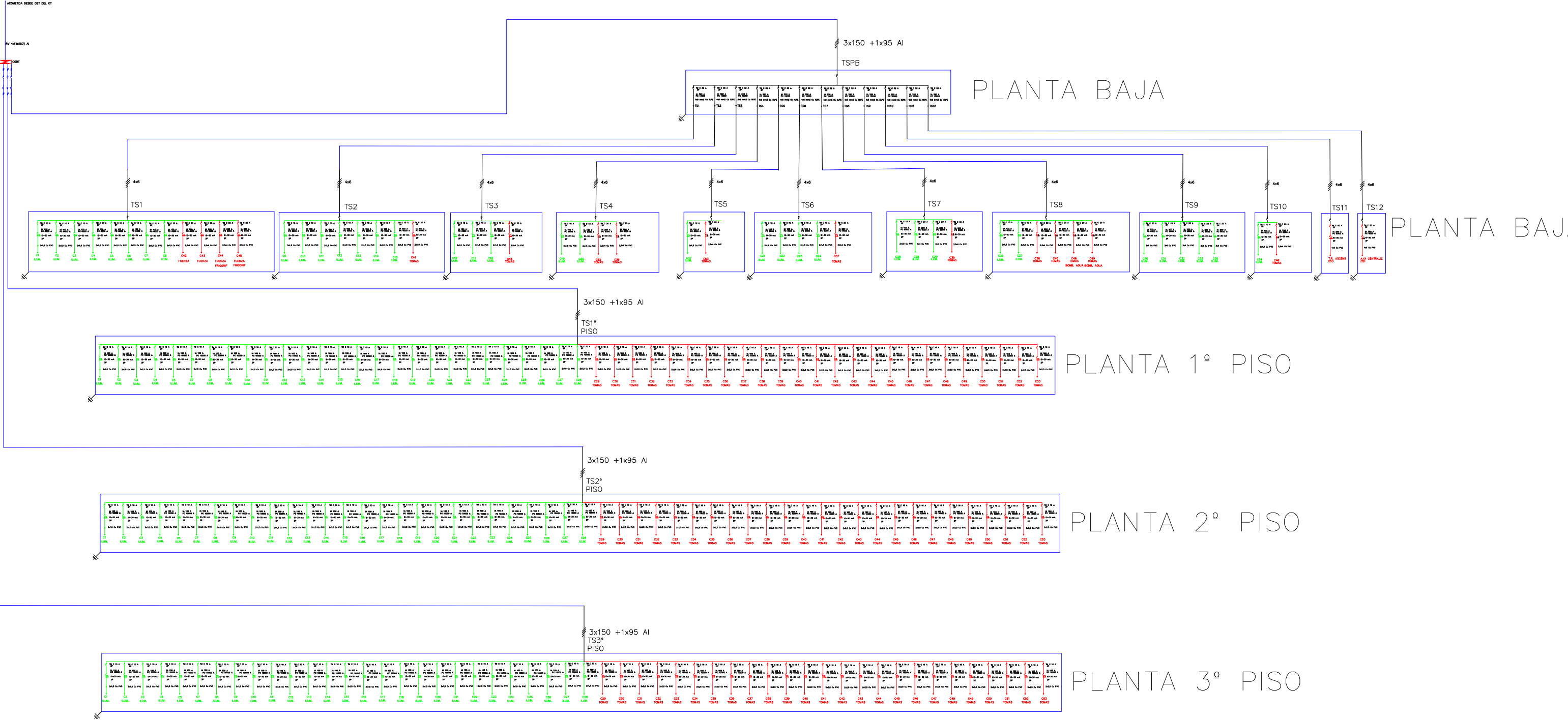
Alumno
Juan Manuel Rodríguez Torres
Tutor
D. Bernardo Almonacid Cruz

UJa Universidad de Jaén

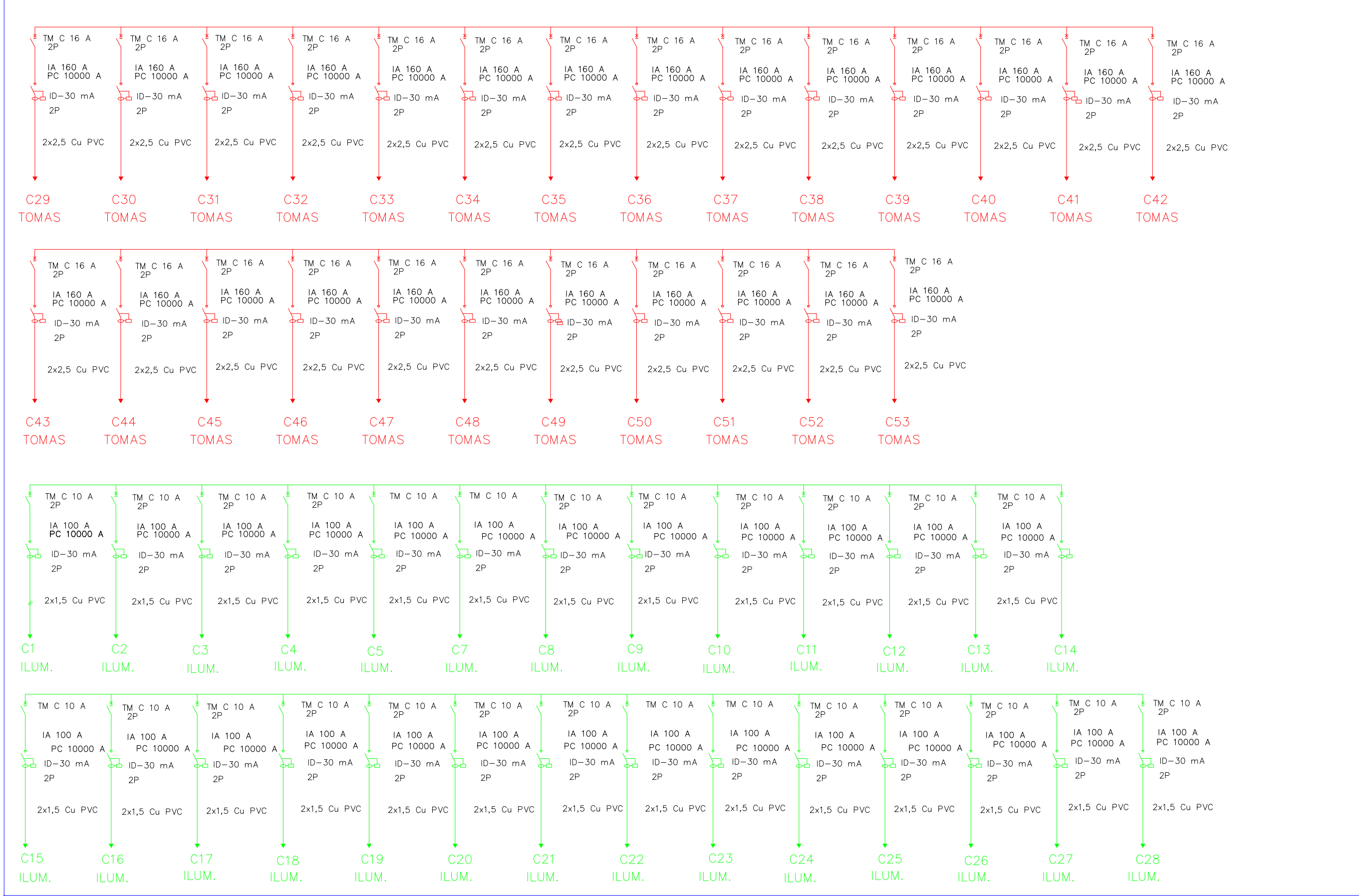
FECHA:
SEPTIEMBRE 2017

ESCALA:
1:100

Nº PLANO:
11



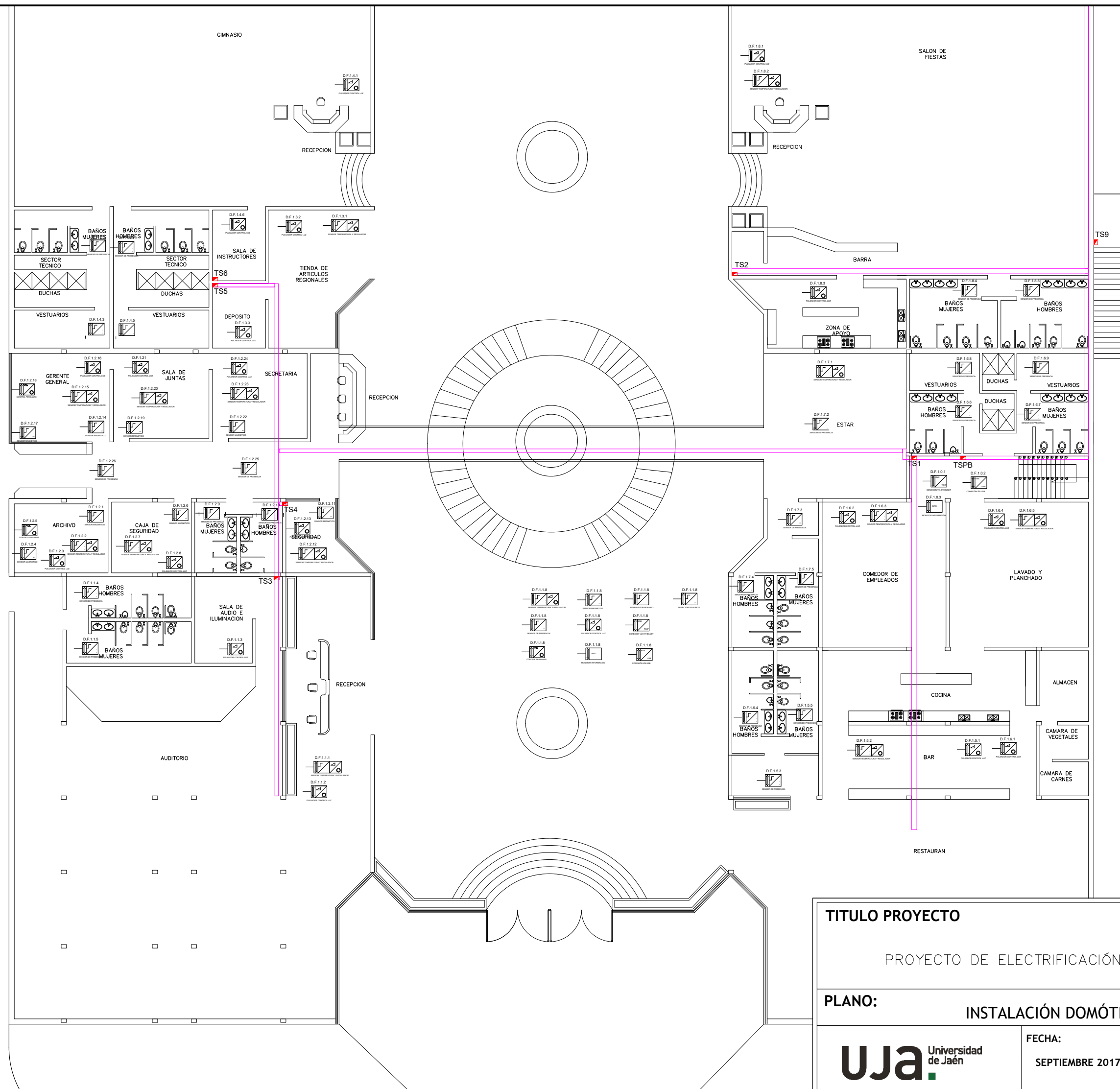
TITULO PROYECTO				
PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR				
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR GENERAL				Alumno Juan Manuel Rodríguez Torres
	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	Tutor
	SEPTIEMBRE 2017	S/E	13	D. Bernardo Almonacid Cruz



TS PLANTA TIPO

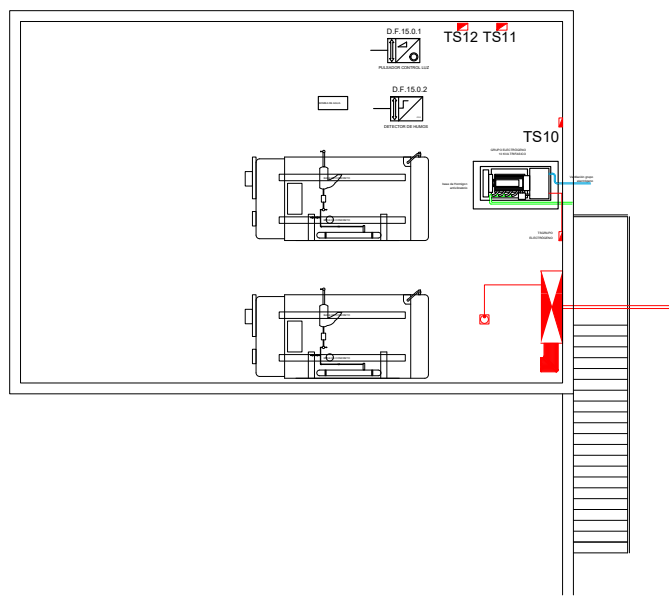
TODOS LOS CIRCUITOS QUE DERIVAN DE CADA UNO DE LOS ARMARIOS DE UNA PLANTA GENÉRICA DEL HOTEL

TITULO PROYECTO				
PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR				
PLANO:		ESQUEMA UNIFILAR CUADRO PLANTA TIPO		Alumno Juan Manuel Rodríguez Torres
	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	Tutor
	SEPTIEMBRE 2017	S/E	15	D. Bernardo Almonacid Cruz



LEYENDA

D.F.1.1.8 SENSOR TEMPERATURA Y REGULADOR	D.F.1.1.8 SENSOR MAGNETICO	D.F.1.1.8 INTERRUPTOR HORARIO	D.F.1.1.8 DETECTOR DE HUMOS
D.F.1.1.8 SENSOR DE PRESENCIA	D.F.1.1.8 PULSADOR CONTROL LUZ	D.F.1.1.8 CONEXION VIA ETHERNET	D.F.1.1.8 Fuente de alimentación
D.F.1.1.8 CONTROL PERSIANAS	D.F.1.1.8 MONITOR INFORMACION	D.F.1.1.8 CONEXION VIA USB	D.F.1.1.8 ACOPADOR AREALINEA



TITULO PROYECTO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR

PLANO: **INSTALACIÓN DOMÓTICA PLANTA BAJA**

UJa Universidad de Jaén

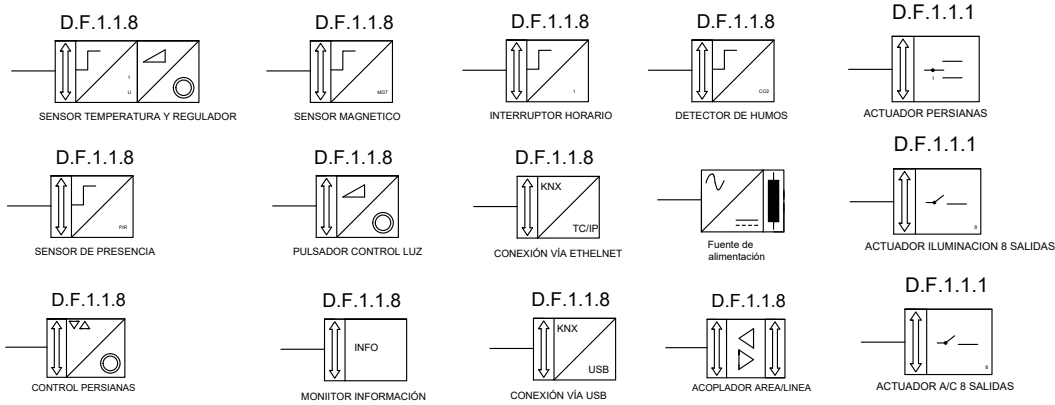
FECHA:
SEPTIEMBRE 2017

ESCALA:
1:300

Nº PLANO:
16

Alumno
Juan Manuel Rodríguez Torres
Tutor
D. Bernardo Almonacid Cruz

LEYENDA



CADA UNA DE LAS PLANTAS TIENE UNA DISTRIBUCIÓN SIMILAR, SOLO QUE CAMBIANDO EL "2" DEL ÁREA POR LA CORRESPONDIENTE DE SU PLANTA

TITULO PROYECTO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR

PLANO:

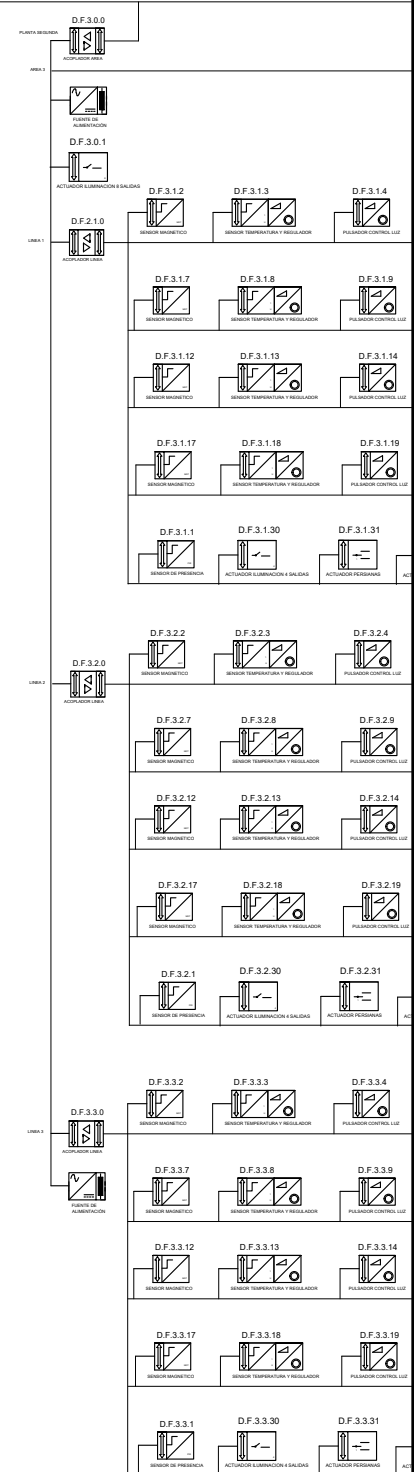
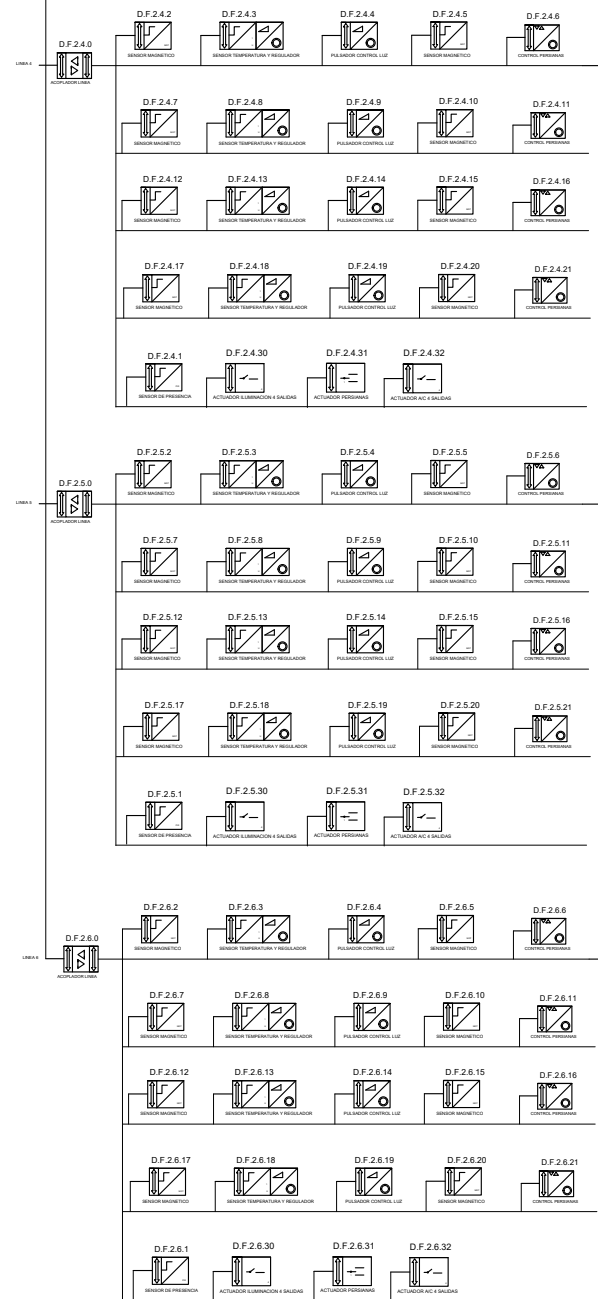
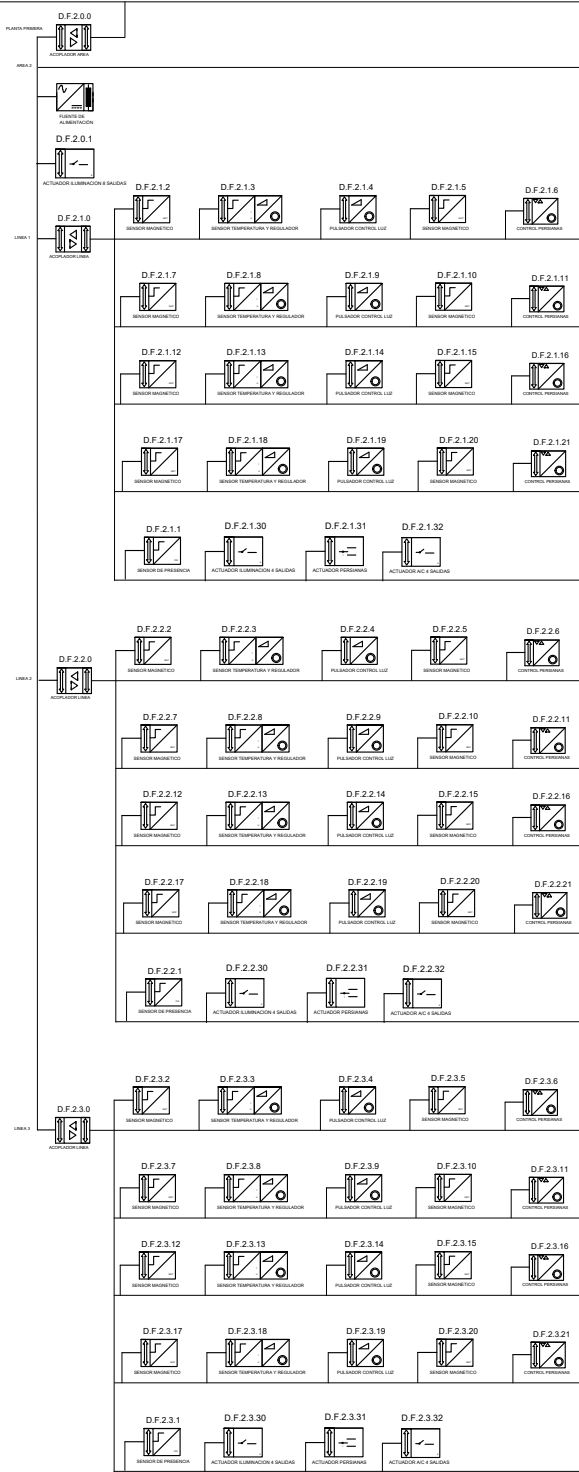
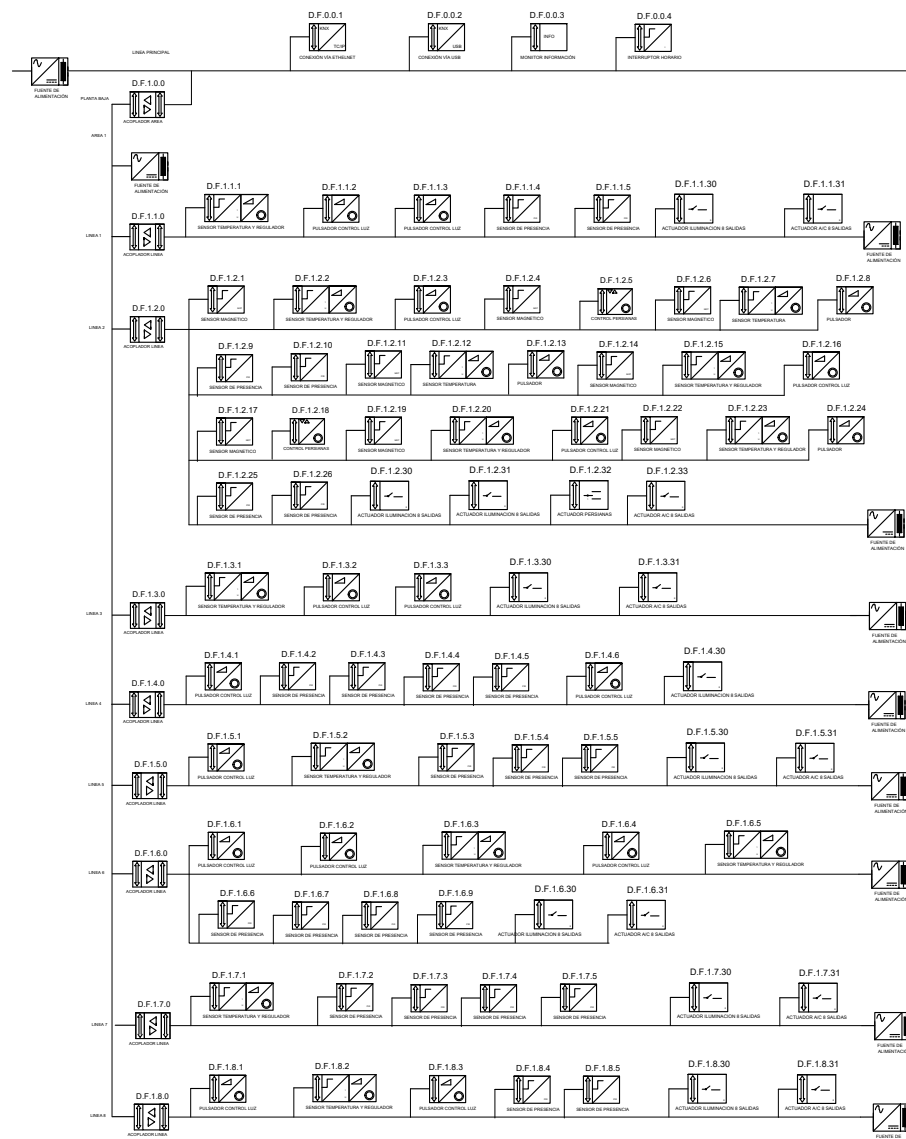
INSTALACIÓN DOMÓTICA PLANTA TIPO

Alumno

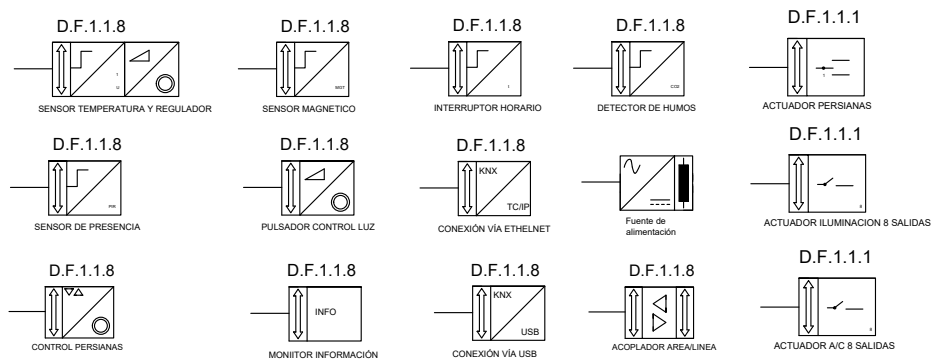
Juan Manuel Rodríguez Torres

Tutor

D. Bernardo Almonacid Cruz



LEYENDA



TITULO PROYECTO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR

PLANO:

ESQUEMA UNIFILAR DOMÓTICA GENERAL

UJa Universidad de Jaén

FECHA:
SEPTIEMBRE 2017

ESCALA:
S/E

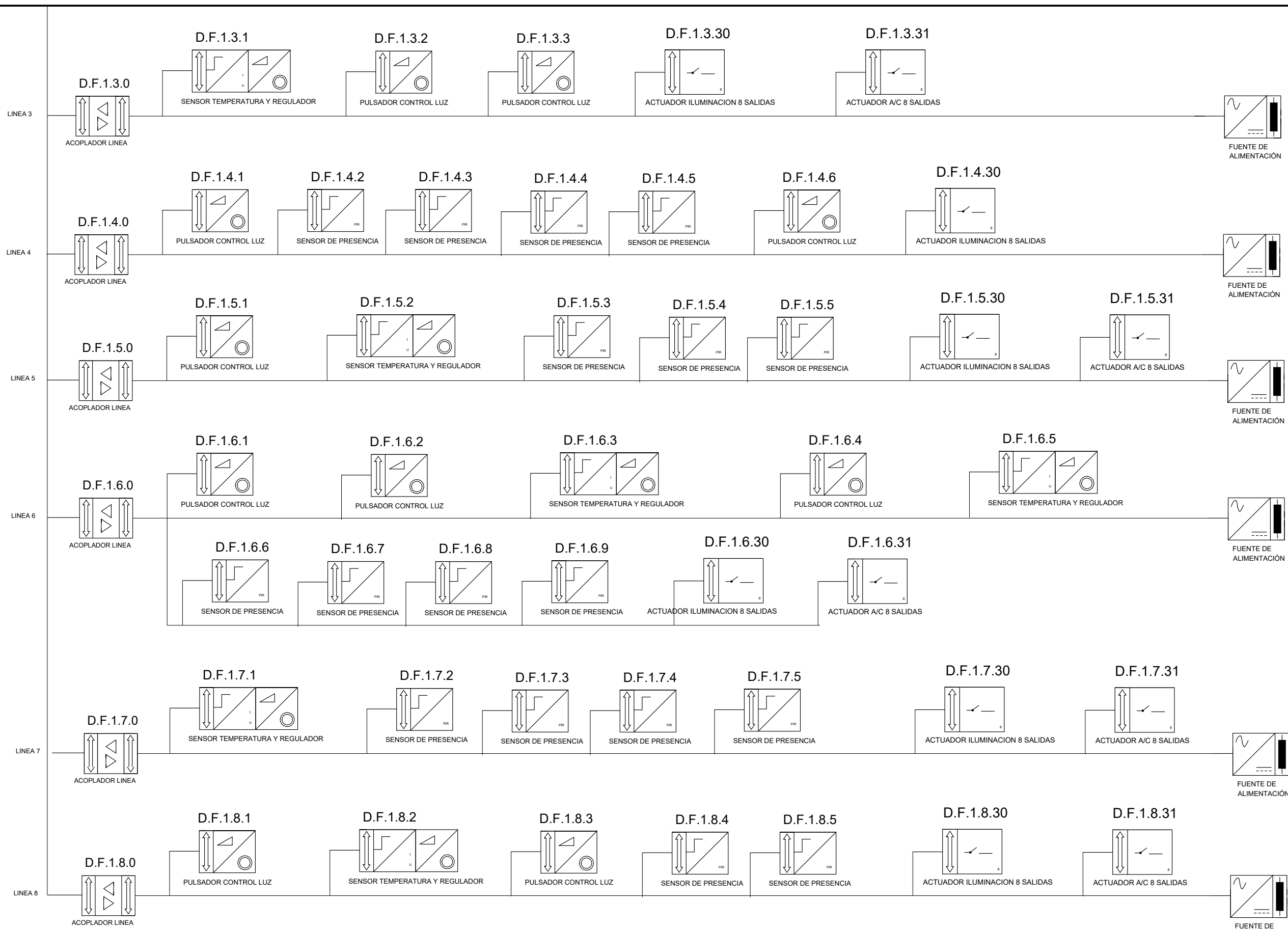
Nº PLANO:
18

Alumno

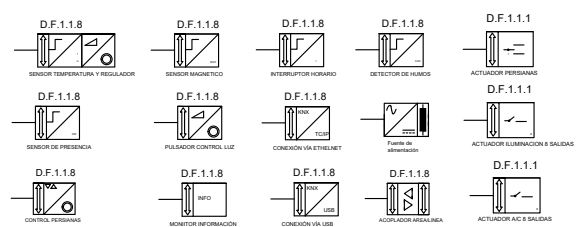
Juan Manuel Rodríguez Torres

Tutor

D. Bernardo Almonacid Cruz



LEYENDA



TITULO PROYECTO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR

PLANO:

ESQUEMA UNIFILAR DOMÓTICA PLANTA BAJA 2

UJa Universidad de Jaén

FECHA:
SEPTIEMBRE 2017

ESCALA:
S/E

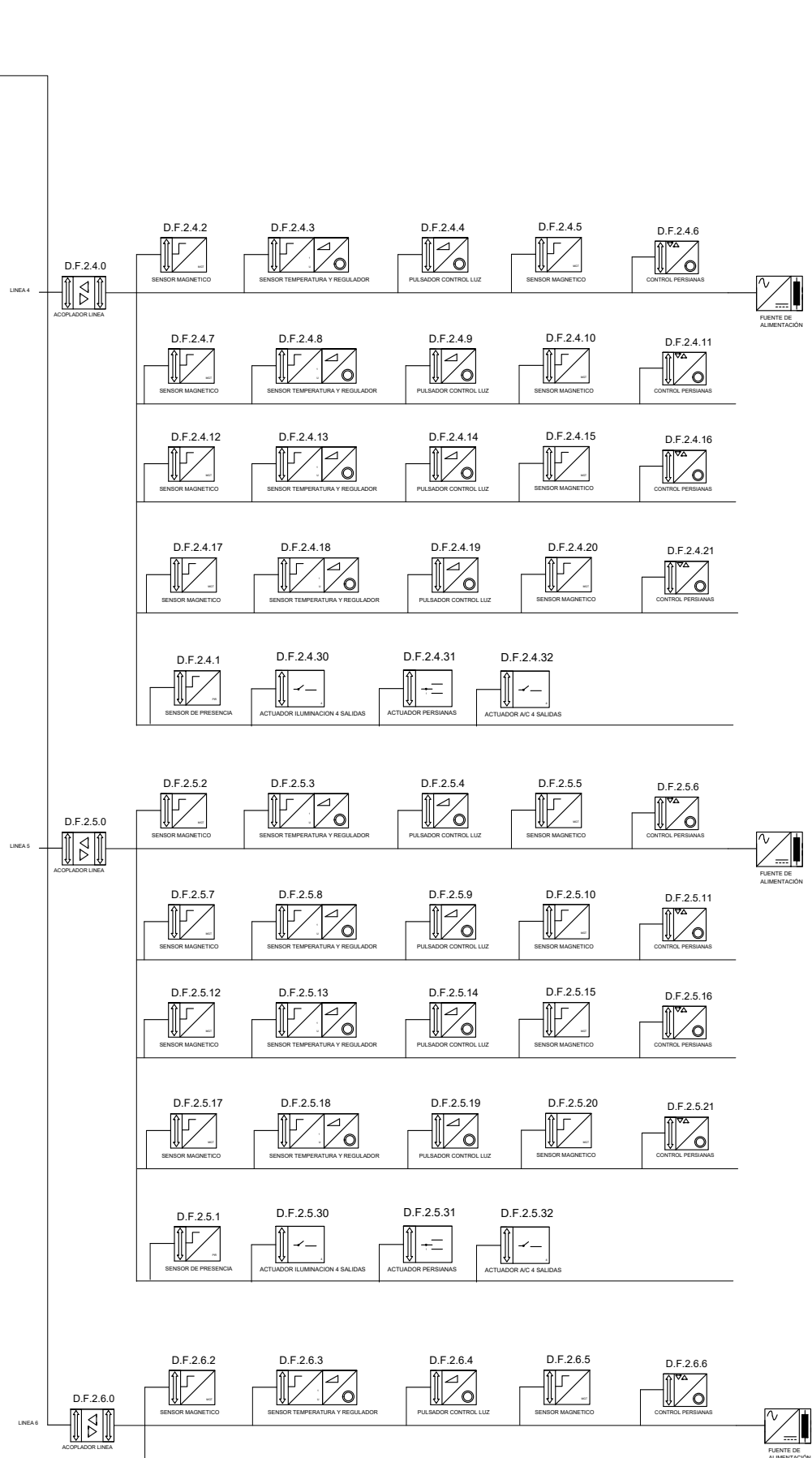
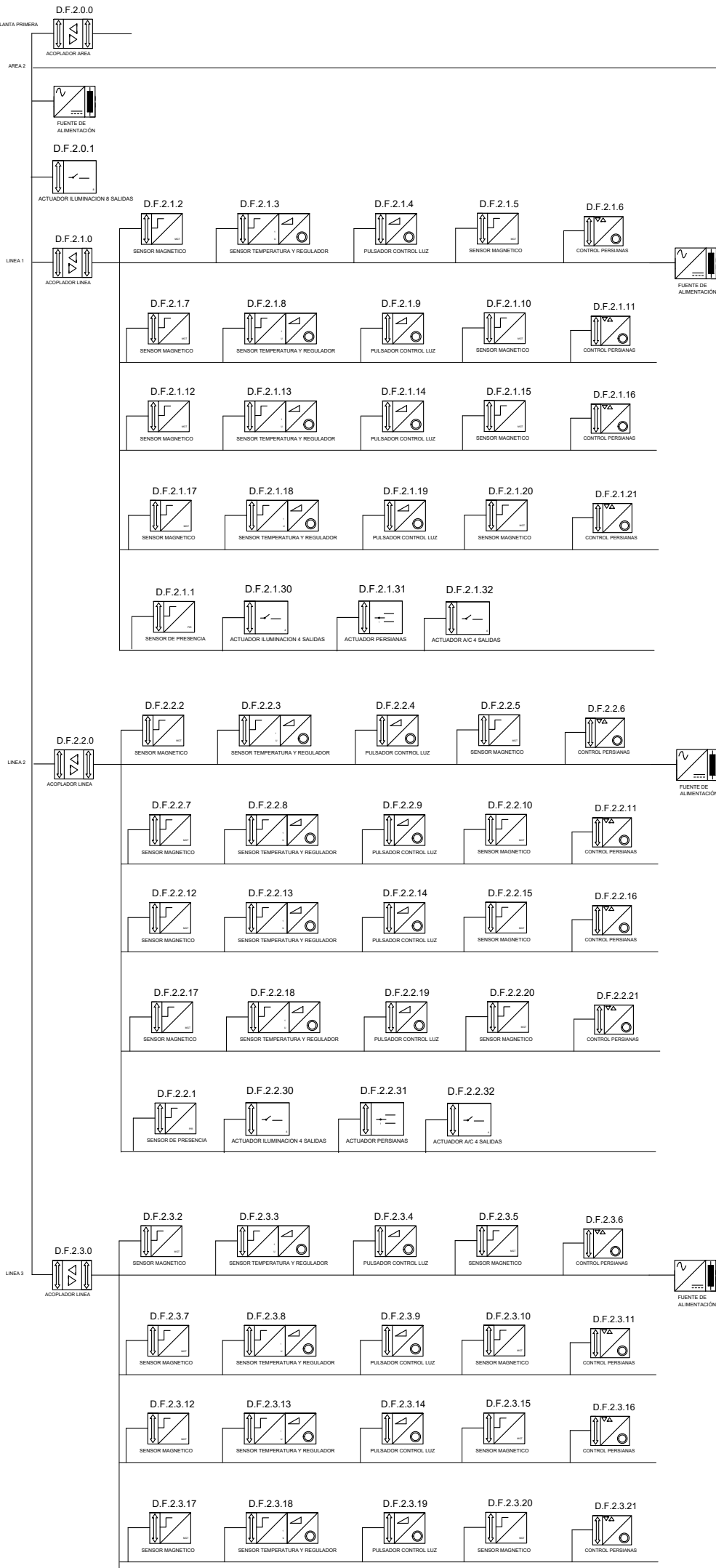
Nº PLANO:
20

Alumno

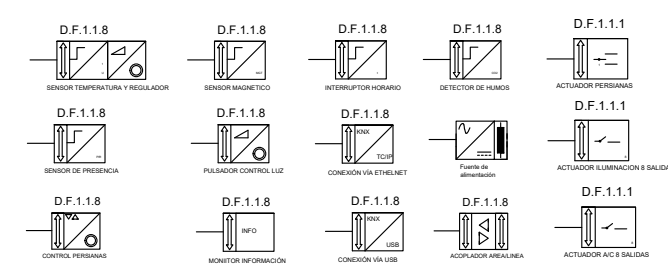
Juan Manuel Rodríguez Torres

Tutor

D. Bernardo Almonacid Cruz



LEYENDA



TITULO PROYECTO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR

PLANO:

ESQUEMA UNIFILAR DOMÓTICA PLANTA TIPO



FECHA:
SEPTIEMBRE 2017

ESCALA:
S/E

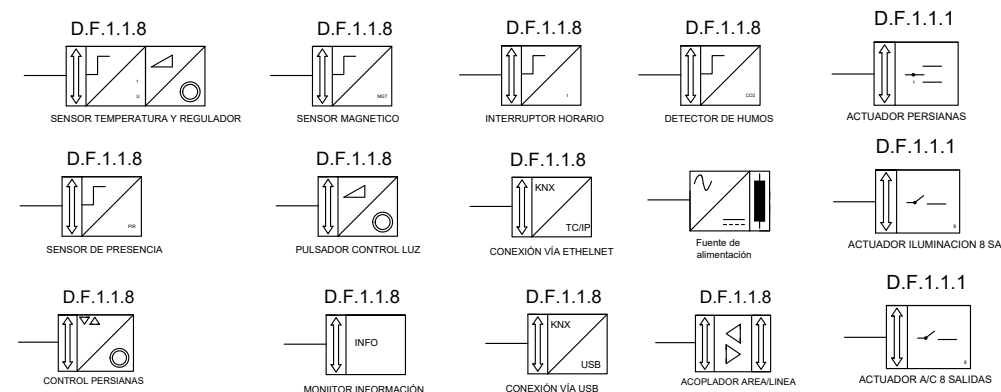
Nº PLANO:
21

Alumno
Juan Manuel Rodríguez Torres

Tutor
D. Bernardo Almonacid Cruz



LEYENDA



TITULO PROYECTO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR

PLANO: ESQUEMA UNIFILAR DOMÓTICA LINEA GENERAICA EN PLANTA TIPO

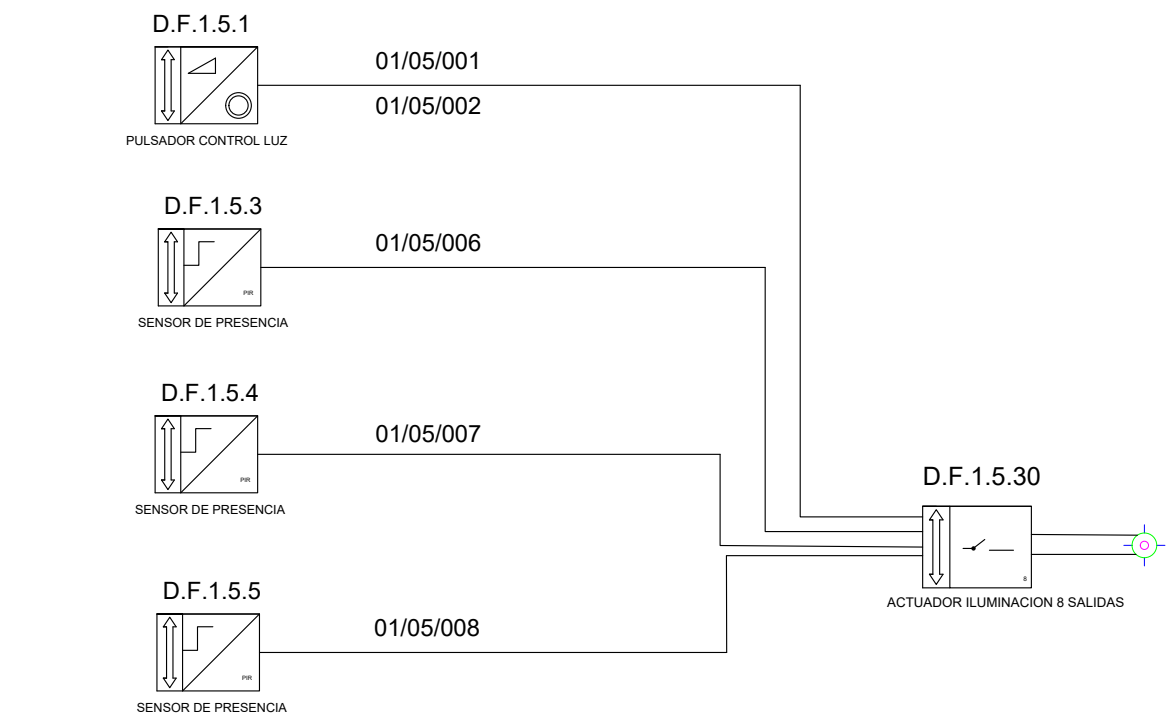
UJa Universidad de Jaén

FECHA:
SEPTIEMBRE 2017

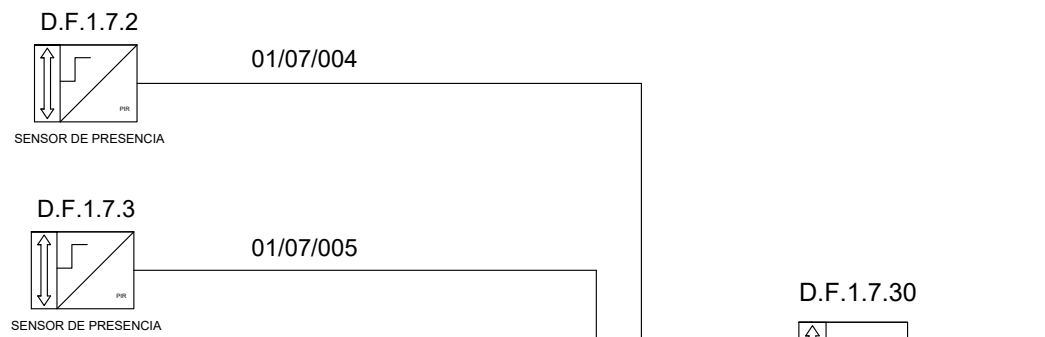
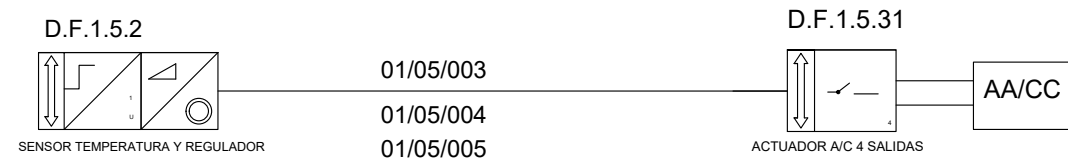
ESCALA:
S/E

Nº PLANO:
22

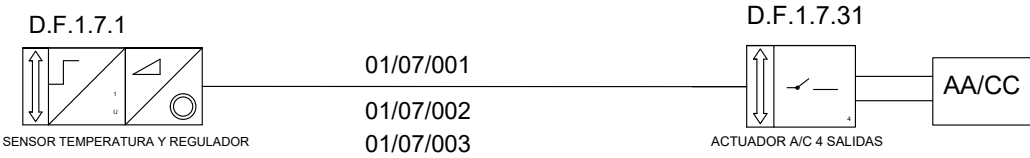
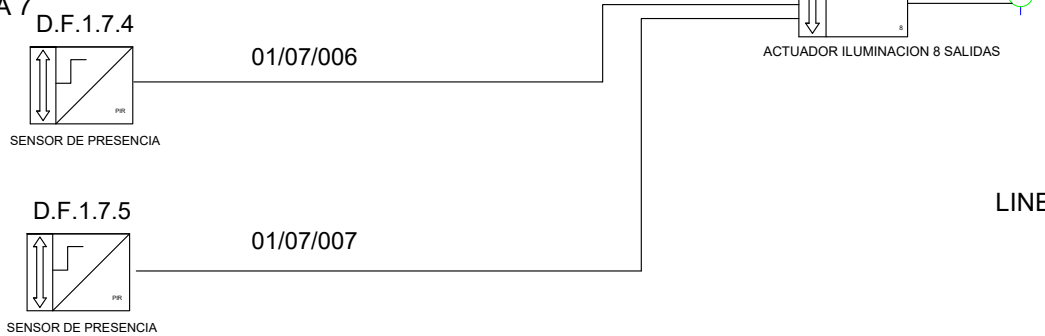
Alumno
Juan Manuel Rodríguez Torres
Tutor
D. Bernardo Almonacid Cruz



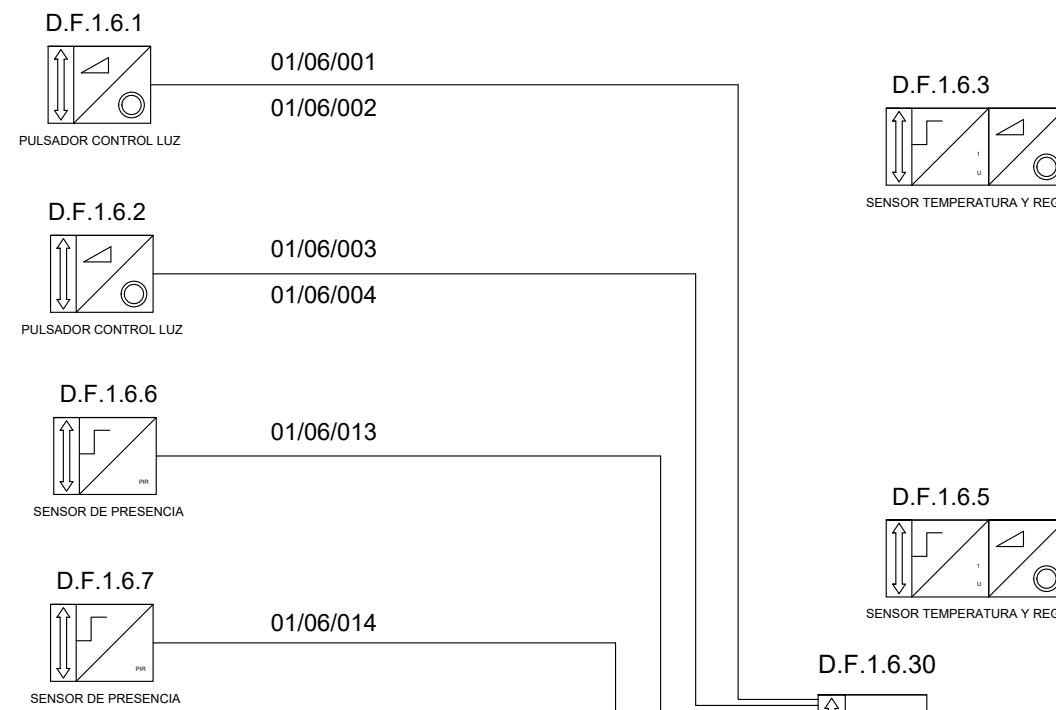
LINEA 5



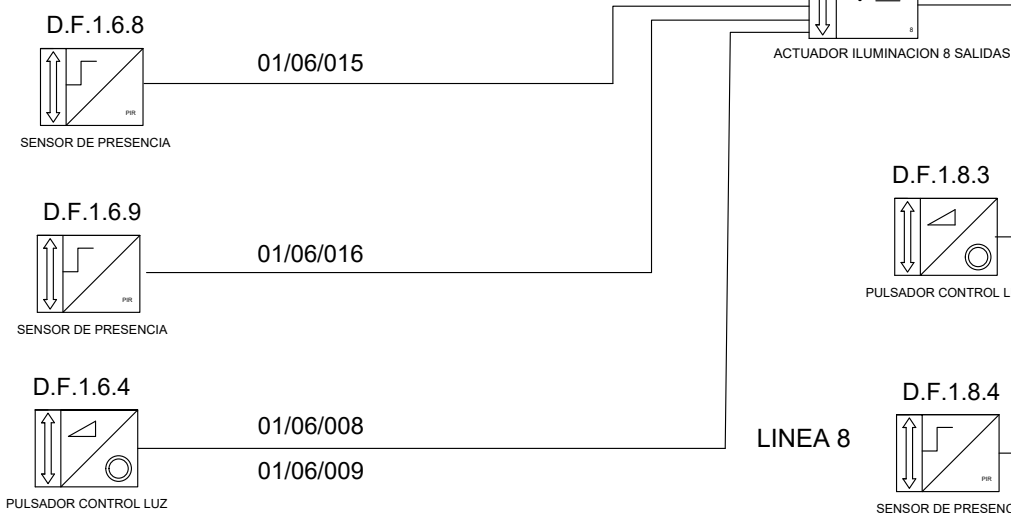
LINEA 7



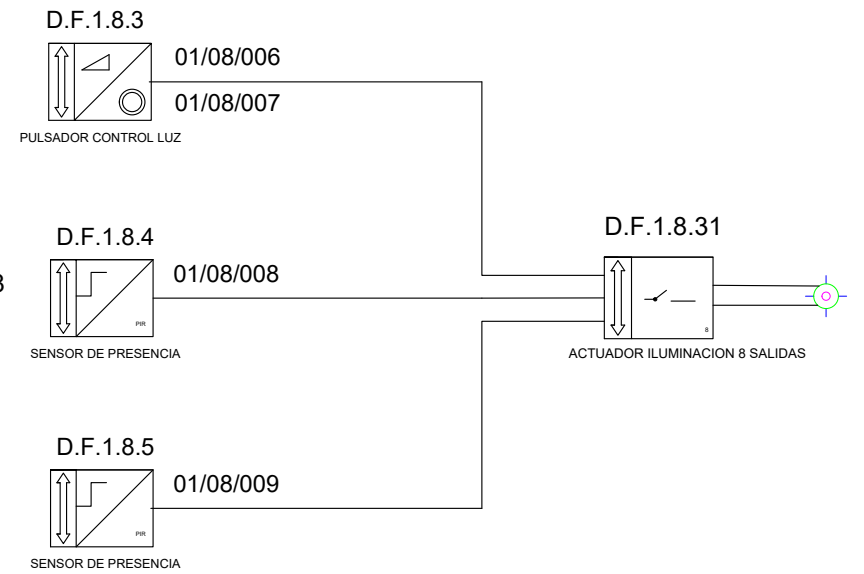
LINEA 8



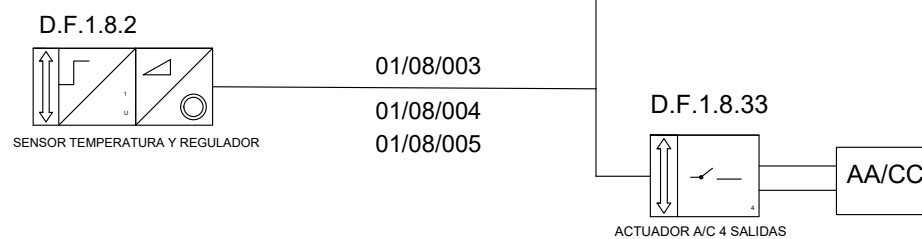
LINEA 6



LINEA 8



LINEA 8



TITULO PROYECTO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR

PLANO:

DIAGRAMA FUNCIONAL PLANTA BAJA 2

UJa Universidad
de Jaén

FECHA:
SEPTIEMBRE 2017

ESCALA:
S/E

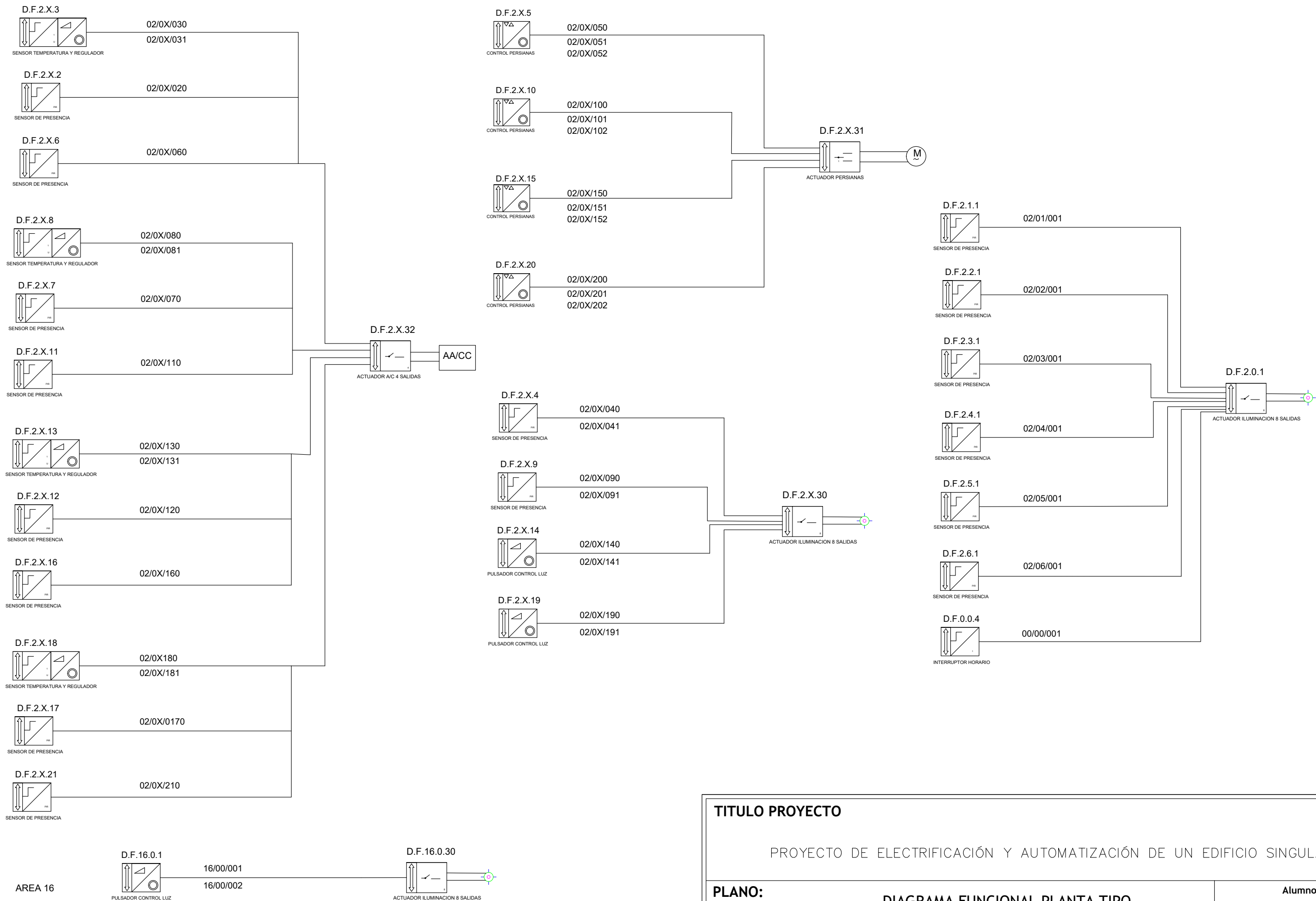
Nº PLANO:
24

Alumno

Juan Manuel Rodríguez Torres

Tutor

D. Bernardo Almonacid Cruz



TITULO PROYECTO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO SINGULAR

PLANO:

DIAGRAMA FUNCIONAL PLANTA TIPO

UJa Universidad
de Jaén

FECHA:
SEPTIEMBRE 2017

ESCALA:
S/E

Nº PLANO:
25

Alumno

Juan Manuel Rodríguez Torres

Tutor

D. Bernardo Almonacid Cruz



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

DOCUMENTO 5

Pliego de condiciones

INDICE PLIEGO DE CONDICIONES

1. Objeto	382
2. Alcance	382
3. Disposiciones generales.....	382
3.1. Condiciones facultativas legales	383
3.2. Seguridad en el trabajo	383
3.3. Seguridad pública	384
4. Organización del trabajo.....	385
4.1. Datos de la obra.....	385
4.2. Replanteo de la obra.....	385
4.3. Mejoras y variaciones del proyecto.	386
4.4. Recepción del material.....	386
4.5. Organización.....	386
4.6. Facilidades para la inspección	387
4.7. Ensayos	387
4.8. Limpieza y seguridad en las obras	387
4.9. Medios auxiliares	388
4.10. Ejecución de las obras	388
4.11. Subcontratación de las obras.....	388
4.12. Plazo de ejecución.....	389
4.13. Recepción provisional.....	389
4.14. Periodos de garantía.....	390
4.15. Recepción definitiva.....	390
4.16. Pago de las obras	390
4.17. Abono de materiales acopiados	391
5. Características generales y calidades de los materiales.....	392
5.1. Aceptación de los equipos	394
6. Condiciones técnicas de ejecución y montaje	395
6.1. Condiciones generales de ejecución de la obra	395
6.2. Mejoras y variaciones del Proyecto.....	397
6.3. Organización en la obra	397
6.4. Limpieza y seguridad en las obras	397
6.5. Seguridad Pública.....	397
7. Ejecución de la obra civil	398
7.1. Información de la obra	398

7.2.	Replanteo de la obra.....	398
7.3.	Realización de los accesos.....	398
7.4.	Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra	400
7.5.	Excavación y Explanación	401
7.5.1.	Hormigones.....	404
7.5.2.	Puesta en obra del hormigón	405
7.5.3.	Encofrados.....	405
7.5.4.	Áridos.....	406
7.5.5.	Arenas	406
7.5.6.	Grava o árido grueso	407
7.5.7.	Cemento	407
7.5.8.	Agua	407
7.5.9.	Control de calidad	407
7.5.10.	Control de consistencia	407
7.5.11.	Control de resistencia.....	407
7.5.12.	Ensayos a realizar con las gravas, las arenas y el agua	408
8.	Ejecución de la Instalación Eléctrica del Centro de Transformación en Edificio Prefabricado de Superficie	408
9.	Ejecución de la Línea Subterránea de Baja Tensión	411
9.1.	Trazado	411
9.2.	Apertura de zanjas.....	411
9.3.	Canalización	412
9.4.	Zanja.....	413
9.5.	Cruzamientos y paralelismos	415
9.6.	Transporte de bobinas de cables	418
9.7.	Tendido de cables.....	418
9.8.	Protección mecánica.....	420
9.9.	Señalización	421
9.10.	Identificación.....	421
9.11.	Cierre de zanjas.....	421
9.12.	Reposición de pavimentos	421
9.13.	Puesta a tierra	422
9.14.	Montajes diversos	422
9.15.	Armario de distribución	422
10.	Ejecución de las instalaciones interiores	423
10.1.	Condiciones generales.....	423

10.2.	Canalizaciones electricas.....	423
10.2.1.	Conductores aislados bajo tubos protectores.....	424
10.2.2.	Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes	431
10.2.3.	Conductores aislados enterrados.....	432
10.2.4.	Conductores aislados directamente empotrados en estructuras.....	432
10.2.5.	Conductores aislados en el interior de la construccion.	432
10.2.6.	Conductores aislados bajo canales protectoras.	433
10.2.7.	Conductores aislados bajo molduras.....	434
10.2.8.	Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.	436
10.2.9.	Normas de instalacion en presencia de otras canalizaciones no electricas.	436
10.2.10.	Accesibilidad a las instalaciones.	437
10.3.	Conductores.	437
10.3.1.	Materiales.	437
10.3.2.	Dimensionado.	438
10.3.3.	Identificacion de las instalaciones.	439
10.3.4.	Resistencia de aislamiento y rigidez DIELECTRICA.	440
10.4.	Cajas de empalme.	440
10.5.	Mecanismos y tomas de corriente.....	441
10.6.	Aparamenta de mando y proteccion.....	442
10.6.1.	Cuadros electricos.	442
10.6.2.	Interruptores automaticos.....	444
10.6.3.	Guardamotores.....	445
10.6.4.	Fusibles.	446
10.6.5.	Interruptores diferenciales.	446
10.6.6.	Seccionadores.....	448
10.6.7.	Embarrados.....	448
10.6.8.	Prensaestopas y etiquetas.	448
10.7.	Receptores de alumbrado.....	449
10.8.	Receptores a motor.	450
11.	Instalaciones de sistemas de automatización, gestion técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.....	455
11.1.	Requisitos generales.	455
11.1.1.	Requisitos para sistemas que usan señales transmitidas por cables específicos para dicha función	455
11.1.2.	Requisitos para sistemas que usan señales radiadas	456
11.2.	Componentes.	456

11.3.	Cableado de la instalación.	456
11.4.	Conexiones	458
11.5.	Protecciones.	459
11.6.	Verificaciones y pruebas.	460
11.6.1.	Verificaciones previas.	460
11.6.2.	Verificación de las líneas.	460
11.6.3.	Medición de la resistencia de aislamiento	461
11.6.4.	Verificaciones finales.	461
11.7.	Programacion y puesta en marcha de la instalacion.	461
12.	Puestas a tierra.	462
12.1.	Uniones a tierra.....	463
12.2.	Inspecciones y pruebas en fábrica.	465
12.3.	Control.	466
13.	Recepción de las Obras	466
14.	Disposición final	468

1. Objeto

Este Pliego de Condiciones tiene por finalidad establecer los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de redes subterráneas de alta tensión hasta 30 kV, así como a centros de transformación Edificio Prefabricado de Superficie en Media Tensión hasta 30 kV y a redes de distribución en baja tensión, así como las instalaciones interiores mencionadas en el presente proyecto.

2. Alcance

El Pliego establece las Condiciones para el suministro, instalación, pruebas, ensayos, características y calidades de los materiales necesarios en la ejecución de las redes subterráneas de alta tensión hasta 30 kV, así como a centros de transformación Edificio Prefabricado de Superficie en Media Tensión hasta 30 kV y a redes de distribución en baja tensión, con el fin de garantizar:

- La seguridad de las personas,
- El bienestar social y la protección del medio ambiente,
- La calidad en la ejecución
- La minimización del impacto medioambiental y las reclamaciones de propiedades afectadas

3. Disposiciones generales

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente

deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

3.1. Condiciones facultativas legales

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

3.2. Seguridad en el trabajo

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado 3.1 de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

3.3. Seguridad pública

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

4. Organización del trabajo

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

4.1. Datos de la obra

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

4.2. Replanteo de la obra.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

4.3. *Mejoras y variaciones del proyecto.*

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

4.4. *Recepción del material*

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

4.5. *Organización*

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

4.6. *Facilidades para la inspección*

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

4.7. *Ensayos*

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

4.8. *Limpieza y seguridad en las obras*

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

4.9. Medios auxiliares

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

4.10. Ejecución de las obras

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del apartado 4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

4.11. Subcontratación de las obras

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

4.12. Plazo de ejecución

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

4.13. Recepción provisional

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por

recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

4.14. *Periodos de garantía*

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

4.15. *Recepción definitiva*

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

4.16. *Pago de las obras*

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las

unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

4.17. Abono de materiales acopiados

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

5. Características generales y calidades de los materiales

Los materiales cumplirán con las especificaciones de las Normas UNE que les correspondan, con las Recomendaciones UNESA, y con las normas de Endesa Distribución, aparte de lo que al respecto establezca el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y la reglamentación vigente.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique la Dirección de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por la Dirección de Obra.

Genéricamente la instalación contará con los elementos que se detallan a continuación, cada uno con su Norma EDE de referencia

Protecciones:

- AGD001 Guía técnica sobre protecciones contra las sobretensiones en las instalaciones de media tensión.
- FGC001 Guía técnica del sistema de protecciones en la red MT
- AND007 Cortacircuitos fusibles de expulsión. Seccionadores hasta 36 kV.
- AND015 Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores para redes de MT hasta 36 kV.

Transformadores:

- FND005 Transformadores trifásicos tipo seco para distribución en Baja Tensión.
- GST001 MV/LV Transformers

Envolventes:

- FNH001 Centros de transformación prefabricados de hormigón tipo superficie.

- FNH003 Centros de transformación prefabricados de hormigón tipo superficie modelo rural.

Cuadros de BT

- FNL002 Cuadro de distribución en BT con conexión de Grupo para CT
- FNZ001 Cuadros modulares de distribución para centros de transformación.
- >NNL012 Bases tripolares verticales cerradas para fusibles de baja tensión del tipo cuchilla con dispositivo extintor de arco.
- FNL001 Cuadros de Baja Tensión para Centros de Transformación Intemperie

Aparamenta MT

- GSM001 MV RMU with Switch-Disconnecter
- GSM003 *MV Pole Mounted Switch-Disconnectors*
- AND005 *Seccionadores Unipolares para LAAT hasta 36 kV*

Conductores MT

- GSC003 CONCENTRIC-LAY-STRANDED BARE CONDUCTORS
- GSCC005 12/20(24) kV AND 18/30(36) kV COLD SHRINK TERMINATIONS FOR MV CABLES
- GSC006 12/20(24) kV AND 18/30(36) kV SEPARABLE CONNECTORS FOR MV CABLES”.
- GSC002 Technical specification of low voltage cables with rated voltage $U_0 / U (U_m)$ 0,6/1,0 (1,2) Kv

Otras:

- NZZ009 Mapas de contaminación salina e industrial

Las tipologías de materiales a utilizar, sus especificaciones técnicas, el cumplimiento de las normativas y los ensayos realizados para cada material se describen en las Normas EDE referidas.

5.1. *Aceptación de los equipos*

El Director de Obra velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica estén homologados por ENDESA y sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI, CE u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

El Director de Obra asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o calidad de ejecución de la obra.

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles se verificarán por el Director de Obra, o bien, si éste lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

El resultado satisfactorio de la recepción quedará reflejado en el "Acta de Recepción de Materiales" en cuyo documento estarán detallados los materiales que se van a instalar y que será debidamente cumplimentada por el Contratista y el Director de Obra.

El Contratista se ocupará de recibir, descargar y comprobar el material procedente de los fabricantes y talleres, efectuando su control de calidad, consistente en separar piezas dobladas, fuera de medida, con rebabas o mal galvanizadas, etc., con el fin de que pueda proceder a su reposición.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta de Contratista. En particular, cuidará de que en las operaciones de carga, transporte, manipulación y descarga, los materiales no sufran deterioros, evitando golpes, roces o daños, siendo responsable de cuantas incidencias ocurran a los mismos.

Bajo ningún concepto se podrán utilizar los materiales a instalar como elementos auxiliares tales como palancas o arriostramientos.

Queda prohibido el empleo del volquete en la descarga del material.

6. Condiciones técnicas de ejecución y montaje

6.1. Condiciones generales de ejecución de la obra

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto.

Las inspecciones durante la construcción serán realizadas por personal de EDE, o de la Ingeniería por ella designada.

Los ensayos y pruebas verificadas durante la ejecución de los trabajos, tienen el carácter de recepciones provisionales. Por consiguiente, la admisión parcial de materiales o de unidades de obra, que en cualquier forma o momento se realice, no exonera de la obligación que el Contratista contrae de garantizar la obra hasta la recepción definitiva de la misma.

Maquinaria y Herramientas

La maquinaria móvil que se utilice deberá disponer de los requisitos legales en vigor poniendo especial atención en: bocinas de advertencias, alarma contra el retroceso, freno de emergencia, espejos retrovisores, sistemas de luces, cabinas o techo anti-vuelco y tapas de seguridad en los tanques de combustible hidráulico.

Se deberá proveer cuanto sea preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Siempre deberán estar colocados en las máquinas que estén trabajando, o en disposición de hacerlo, las cubiertas del motor, los protectores del cárter y los protectores de rodillo en las máquinas de cadenas.

El manejo y utilización de las distintas máquinas deberá ser realizado por persona competente y cualificada.

El Director de Obra se reserva el derecho de rechazar en cualquier momento, aquellas herramientas que, por no estar en condiciones, no sean adecuadas para efectuar el trabajo a que están destinadas.

Seguridad

En el Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto se describirán todos los riesgos a que están expuestos los trabajadores y las medidas correctoras para eliminar o minimizar estos riesgos.

Tal y como se indica en el R.D. 1627/1997, antes del comienzo de los trabajos cada contratista deberá de presentar un Plan de Seguridad y Salud para los trabajos que va a realizar que contendrá, como mínimo, los riesgos indicados en el Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto.

Dichos Planes de Seguridad y Salud deberán de ser aprobados por el Director de Obra o por el Coordinador de Seguridad, en su caso, y cumplidos por los Contratistas.

En el caso de que durante el transcurso de los trabajos aparezcan nuevos riesgos no contemplados en los Planes de Seguridad y Salud, el Director de Obra o el Coordinador de Seguridad, en su caso, deberá de incluirlos y proponer las medidas correctoras oportunas para corregirlos o minimizarlos.

El personal del Contratista deberá usar todos los dispositivos, herramientas y prendas de seguridad exigidos, tales como: casco, guantes de montador, cinturón de seguridad, pértiga, banquetas aislantes, etc., pudiendo la Dirección de Obra suspender los trabajos si estima que dicho personal está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra o el Coordinador de Seguridad, en su caso, podrá exigir por escrito al Contratista el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, pueda producir accidentes que hagan peligrar su integridad física o la de sus compañeros.

6.2. *Mejoras y variaciones del Proyecto*

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra.

6.3. *Organización en la obra*

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales.

6.4. *Limpieza y seguridad en las obras*

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan, en todo momento, un buen aspecto a juicio del Director de Obra.

Se tomarán las medidas oportunas de modo que durante la ejecución de las obras se ofrezcan las máximas condiciones de seguridad posibles, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones. Durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

6.5. *Seguridad Pública*

El Contratista deberá tomar las precauciones máximas en las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y demás elementos del entorno de los peligros procedentes del trabajo.

Se deberá de prohibir el acceso a la obra a personas ajenas a ésta e incluir en el Plan de Seguridad y Salud correspondiente los riesgos a terceros, tal como se indicará en el Estudio de Seguridad y Salud.

7. Ejecución de la obra civil

7.1. Información de la obra

Se entregará al Contratista una copia de los Planos y Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

7.2. Replanteo de la obra

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá realizar el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmada por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

7.3. Realización de los accesos

Los caminos que se efectúen para el acceso al CT se realizarán de modo que se produzcan las mínimas alteraciones del terreno.

Todos los accesos serán acordados, en cada caso, previamente con los correspondientes propietarios.

Está prohibido alterar las escorrentías naturales del agua, así como realizar desmontes o terraplenes carentes de una mínima capa de tierra vegetal, que permita un enmascaramiento natural de los mismos. Cuando las características del terreno lo obliguen, se canalizarán las aguas de forma que se eviten encharcamientos y erosiones del terreno.

Bajo ningún concepto, el Contratista iniciará la ejecución de los accesos, para el transporte de los materiales, para la circulación de vehículos, maquinaria de instalación, etc., sin la previa autorización de la Dirección de Obra.

En la realización de estos caminos deben respetarse las siguientes medidas correctoras:

Remodelar la topografía alterada de modo que se ajuste lo más posible a las formas naturales del terreno.

Retirada de tierras sobrantes a vertederos autorizados.

Redondear los taludes, en planta y alzado, evitando aristas y superficie totalmente planas.

Conseguir la revegetación de los taludes de los caminos con una distribución y especies similares a las del entorno, por medios naturales aplicando las técnicas oportunas.

Retirar previamente la capa de tierra vegetal, cuando exista, en los terrenos en que se vayan a realizar movimientos de tierra, almacenarla convenientemente y extenderla posteriormente sobre los terrenos.

Extremar las precauciones para no alterar localmente la red de drenaje en la apertura de caminos, lo que además de asegurar su duración y estabilidad evitará

que se fomenten procesos erosivos que puedan dar lugar a cárcavas y barrancos. Para ello se aconseja la colocación de obras de drenaje convenientemente dimensionadas que restablezcan los drenajes naturales que sea preciso modificar, así como disponer las medidas oportunas (cunetas, desagües, etc.) que eviten la concentración puntual de la escorrentía superficial en los caminos, sobre todo en las zonas en pendiente, lo que puede ser causa de abarrancamiento.

Queda prohibido abandonar residuos de cualquier tipo y toda clase de objetos no inherentes al estado natural del medio.

7.4. *Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra*

Los materiales que sean suministrados por el Contratista deberán ajustarse a los tipos, marca y características técnicas que se indican en el presente proyecto.

El programa de estas recepciones deberá obrar en poder de la Dirección de Obra con la debida anticipación, para poder observar el acopio del mismo, prestando especial atención a las condiciones exigidas en el presente proyecto.

Los materiales serán entregados al Contratista en perfecto estado de conservación. Las entregas podrán ser totales o parciales según se convenga.

Al hacerse cargo del material, el Contratista comprobará el estado del mismo, siendo a partir de este momento responsable de todos los defectos y pérdidas que sufra. Si descubriese el Contratista algún defecto o falta en el material retirado, deberá presentar inmediatamente por escrito la reclamación para que sea comprobada por la Dirección de Obra, el cual lo notificará por el mismo medio a la Propiedad.

Las maniobras de carga y descarga se realizarán siempre con grúa. La carga se estibarà de forma que no se produzcan deformaciones permanentes en los componentes.

El Contratista cuidará que las operaciones de carga, transporte y descarga de los materiales se efectúen sin que éstos sufran golpes, roces o daños que puedan

deteriorarlos. Por ello se prohíbe el uso de cadenas o estribos metálicos no protegidos.

En el apilado no se permitirá el contacto del material con el terreno utilizando para ello tacos de madera.

El Contratista al término o paralización de la obra queda obligado a colocar en los almacenes de la Propiedad y por su cuenta, todo el material sobrante, debidamente clasificado. Todos los materiales que no sean chatarra recuperable como son las bobinas, embalajes, postes de hormigón o madera (no reutilizables) y en general todo tipo de material que puede afectar al Medio Ambiente, deberá depositarse en un Vertedero Autorizado, debiendo entregar el Contratista a la Dirección de Obra copia del recibo de lo pagado al vertedero como justificante de su cumplimiento.

7.5. *Excavación y Explanación*

La explanación comprende la excavación a cielo abierto con el fin de dar salida a las aguas y nivelar la zona de cimentación, para la correcta ubicación del CT según los datos suministrados por el Proyectista, comprendiendo tanto la ejecución de la obra como la aportación de la herramienta necesaria, y cuantos elementos se juzguen necesarios para su mejor ejecución, así como la retirada de tierras sobrantes.

Las dimensiones de la explanación se ajustarán en lo posible a los planos entregados, no pudiendo el Contratista variarlos sin autorización expresa de la Dirección de Obra.

El terreno sobre el cual deba ir situado el CT deberá haberse compactado previamente con un grado de compactación no menor al 90% de la densidad correspondiente para los materiales de relleno en el ensayo Próctor Modificado.

La presión que el CT ejerza sobre el terreno no excederá de 1 kg/cm².

Se realizará la excavación del foso con las medidas indicadas por el fabricante, en función del modelo de Edificio a instalar.

Una vez realizada la excavación, y en primer lugar, se realizará el electrodo de puesta a tierra compuesto por el anillo conductor de 50 mm² Cu y el número de picas en función de la resistividad del terreno de acuerdo con el diseño del proyecto, y se medirá siempre el valor de la resistencia de puesta a tierra, siendo éste igual o inferior al calculado.

Para que el EP descansa de forma uniforme, se preparará, en su caso, sobre el terreno una solera de hormigón que sea capaz de soportar los esfuerzos verticales producidos por su propio peso.

Para que el EP se asiente perfectamente sobre la solera, deberá disponerse en toda su superficie una capa de arena de 15 cm de grosor.

La solera deberá cumplir los siguientes requisitos:

Será de hormigón armado de resistencia característica 25 N/mm², con malla electrosoldada de barras de acero corrugadas de $\varnothing$ 4 mm y cuadro de 20 x 20 cm.

Tendrá un grosor de 15 cm como mínimo.

Sus dimensiones en longitud y anchura serán tales que abarquen la totalidad de la superficie del EP sobresaliendo como mínimo 40 cm por cada lado.

Deberán establecerse tubos de paso para la conexión de puesta a tierra, los cuales se situarán en función del EP a utilizar.

Siempre que el desarrollo urbanístico del entorno lo permita, se realizará una acera perimetral de hormigón de 1 m de ancho, o como mínimo en la zona de acceso al CT, a fin de tener un terreno de resistividad superficial elevada, y como medida de seguridad adicional.

En la excavación se tendrán presentes las siguientes instrucciones generales:

Cuando al realizar la excavación, el Contratista observe que el terreno es anormalmente blando, se encuentra en terreno pantanoso o aparece terreno de relleno, deberá ponerlo en conocimiento del técnico encargado de la obra por si fuere preciso aumentar las dimensiones de la excavación. Análogas consideraciones

se tendrán en cuenta en caso de aparición de agua en el fondo de la excavación, cuando el hoyo se encuentre muy cerca de un cortado del terreno, o en las proximidades de un arroyo, de terreno inundable o terreno deslizante

La excavación comprende, además de la apertura de hoyo en cualquier clase de terreno, la retirada de tierras sobrantes, el allanado y limpiado de los terrenos circundantes, el agotamiento de aguas, el entibado, empleo y aportación de la herramienta necesaria y cuantos elementos se juzguen necesarios para su correcta ejecución.

En ningún caso la excavación debe adelantarse al hormigonado en más de diez días naturales, para evitar que la meteorización provoque el derrumbamiento del hoyo

Tanto los fosos de las excavaciones que estén terminadas como los que estén en ejecución, habrán de taparse con planchas de hierro o cualquier armazón de madera suficientemente rígida que impida su fácil desplazamiento y la caída de cualquier persona o animal, y encima de las mismas se colocarán piedras pesadas hasta el momento del hormigonado. Los que estén en ejecución deberán taparse de un día para otro.

Los productos sobrantes de la explanación y excavación se extenderán adaptándose a la superficie natural del terreno, siempre y cuando éstos sean de la misma naturaleza y color. En el caso de que los materiales extraídos, por su volumen o naturaleza dificulten el uso normal del terreno, se procederá a su retirada a vertedero autorizado. En cualquier caso, la Dirección de Obra concretará la aplicación de lo anteriormente indicado.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas el foso amenazara derrumbarse, deberá ser entibado, debiendo tomar el Contratista las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por el agua.

En el caso de que penetrase agua en el foso, ésta deberá ser evacuada antes del relleno de hormigón.

El Contratista se compromete a colocar y mantener las señalizaciones y protecciones necesarias, en el hoyo, para evitar la caída de personas o animales.

La ocupación de suelo será solamente lo previsto en las dimensiones de la cimentación.

La tierra sobrante de la excavación deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

Cuando se trabaje simultáneamente en el interior de excavaciones la distancia mínima entre trabajadores será de 1,50 metros.

Terminada la excavación se procederá a la colocación de los elementos del sistema de puesta a tierra según lo estipulado en el Proyecto.

7.5.1.Hormigones

Se emplearán, en caso necesario, preferentemente hormigones fabricados en central. En casos excepcionales, con autorización expresa de la Dirección de Obra, la mezcla de los componentes del hormigón se podrá efectuar con hormigonera, nunca a mano

La composición normal de la mezcla será tal que la resistencia característica del hormigón sea de 20 N/mm² (HM-20) para los hormigones en masa y de 25 N/mm² (HA-25) para los hormigones armados. El tamaño máximo permitido del árido será de 40.

En resumen, los hormigones se exigirán como a continuación se detalla:

HORMIGON PREFABRICADO	HORMIGON EN MASA
HM-20 (Hormigones en masa).	
HA-25 (Hormigones armados).	HM-20 y con dosificación mínima de 200 kg de cemento por m ³ de mezcla.
Cemento del tipo Puz-350 o tipo Portland P-350.	
Consistencia blanda.	Consistencia blanda.
Tamaño máximo de árido 40.	Tamaño máximo de árido 40.
Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).	Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).

Tabla 42: Tabla de hormigones

La Dirección de Obra podrá exigir certificado de la Planta de Hormigonado de donde proceda el hormigón, del cumplimiento de las Normas UNE citadas e incluso tomar muestras de dicho hormigón y de sus componentes según las Normas UNE correspondientes. En todos los casos se presentará en obra la Hoja de Suministro de la planta.

Queda terminantemente prohibido añadir agua al hormigón en obra.

7.5.2.Puesta en obra del hormigón

El vertido del hormigón se realizará con luz diurna (desde una hora después de la salida del sol hasta una hora antes de la puesta).

Iniciado el hormigonado, no se interrumpirá el trabajo hasta que se concluya su llenado. Cuando haya sido imprescindible interrumpir un hormigonado, al reanudar la obra, se lavará con agua la parte interrumpida, para seguidamente barrerla con escoba metálica y cubrir la superficie con un enlucido de cemento bastante fluido.

Se suspenderán las operaciones de hormigonado cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0° C o superior a 40° C.

Cuando se esperen temperaturas inferiores a 0° C durante el fraguado, se cubrirán las bancadas con sacos, papel, paja, etc.

Cuando se esperen temperaturas superiores a 40° C durante el fraguado se regará frecuentemente la bancada.

Los medios de fijación de la base o anclajes no podrán tocarse ni desmontarse hasta pasadas, como mínimo, 24 horas desde la terminación del hormigonado

7.5.3.Encofrados

Los encofrados que se utilicen para el hormigonado, en su caso, presentarán una superficie plana y lisa de tal manera que posibiliten el acabado visto del hormigón. Como regla general, los encofrados serán metálicos salvo que la Dirección de Obra autorice otro tipo.

Se tomarán las medidas para que al desencofrar no se produzcan deterioros en las superficies exteriores, no utilizándose desencofrantes que perjudiquen las características del hormigón. Los encofrados exteriores no se retirarán antes de 24 horas después del vertido de la última capa de hormigón.

Después de desencofrar, el hormigón se humedecerá exteriormente las veces que sea necesario para que el proceso de fraguado se realice satisfactoriamente, con un mínimo de 3 días.

Todo lo dicho para los encofrados de bancada es extensivo para los recrecidos.

7.5.4. Áridos

Los áridos a emplear, arenas y gravas, deben cumplir fundamentalmente las condiciones de ser válidos para fabricar hormigones con la resistencia característica exigida en la presente Norma. Existirán garantías suficientes de que no degradarán al hormigón a lo largo del tiempo y posibilitarán la manipulación del hormigón de tal manera que no sea necesario incrementar innecesariamente la relación agua/cemento. No se podrá utilizar ningún árido sin que haya sido examinado y aprobado previamente por la Dirección de Obra. No se emplearán en ningún caso áridos que puedan tener piritas o cualquier tipo de sulfuros.

Las cantidades máximas de sustancias perjudiciales que podrán contener los áridos serán las siguientes:

	CANTIDADES MAXIMAS EN % SOBRE EL PESO TOTAL DE LA MUESTRA	
	ARENA	ARIDO GRUESO
Terrones de arcilla	1.00 %	0.25 %
Partículas blandas		5.00 %
Finos que pasan por el tamiz 0.080	5.00 %	1.00 %
Material retenido por el tamiz 0.063 y que flota en un líquido de peso específico 2	0.50 %	1.00 %

Tabla 43: Máximas sustancias perjudiciales

7.5.5. Arenas

Se consideran como arenas los áridos que pasan por un tamiz de 4mm de luz de malla. Las arenas podrán proceder de cantera natural, de barranco o de machaqueo. En el caso de utilizar arenas de mar, deberán ser lavadas previamente.

No se utilizarán arenas que tengan una proporción de materia orgánica en cantidad suficiente para producir un color más oscuro que la muestra patrón.

7.5.6. Grava o árido grueso

Se consideran como gravas los áridos retenidos por un tamiz de 4mm de luz de malla. El coeficiente de forma no debe ser inferior a 2.

7.5.7. Cemento

El cemento utilizado será del tipo PUZ-350 pudiéndose utilizar el Portland P-350, bajo autorización de la Dirección de Obra.

Si por circunstancias especiales se estimara necesaria la utilización de aditivos o cementos de características distintas a los mencionados, será por indicación expresa de la Dirección de Obra o a propuesta del Contratista, debiendo ser en este último caso aceptada por escrito por parte de la Dirección de Obra.

7.5.8. Agua

El agua utilizada será procedente de pozo, galería o potabilizadoras, a condición que su mineralización no sea excesiva. Queda terminantemente prohibido el empleo de agua que proceda de ciénagas o esté muy cargada de sales carbonosas o selenitosas así como el agua de mar.

7.5.9. Control de calidad

El control de calidad del hormigón se extenderá especialmente a su consistencia y resistencia, sin perjuicio de que se compruebe el resto de las características de sus propiedades y componentes.

7.5.10. Control de consistencia

La Consistencia del hormigón se medirá por el asiento en el cono de Abrams, expresada en número entero de centímetros. El cono deberá permanecer en la obra durante todo el proceso de hormigonado.

7.5.11. Control de resistencia

Se realizará mediante el ensayo en laboratorio oficialmente homologado de un número determinado de probetas cilíndricas de hormigón de 15cm de diámetro y 30

cm de altura las cuales serán ensayadas a compresión a los 28 días de edad. Las probetas serán fabricadas en obras y conservadas y ensayadas según Normas UNE.

La resistencia estimada se determinará según los métodos e indicaciones preconizados de la “Instrucción de Hormigón estructural (EHE)” en vigor para la modalidad de “Ensayos de Control Estadístico del Hormigón”.

La toma de muestras, conservación y rotura serán por cuenta del Contratista debiendo este presentar a la Dirección de Obra los resultados mediante Certificado de un Laboratorio Oficial y Homologado. Si la resistencia estimada fuese inferior a la resistencia característica fijada, el Dirección de Obra procederá a realizar los ensayos de información que juzgue convenientes

7.5.12. *Ensayos a realizar con las gravas, las arenas y el agua*

Cuando no se aporten datos suficientes de la utilización de los áridos en obras anteriores o cuando por cualquier circunstancia no se haya realizado el examen previo de la Dirección de Obra, deberán realizarse necesariamente todos los ensayos que garanticen las características exigidas en la “Instrucción del Hormigón Estructural (EHE)” y por el presente Pliego de Condiciones.

Hace falta autorización expresa de la Dirección de Obra para eximir de los ensayos.

Si el hormigón es fabricado en una central hormigonera industrial bastará aportar el certificado del tipo de hormigón fabricado, salvo que por la Dirección de Obra se exija expresamente los ensayos de los componentes del hormigón.

8. Ejecución de la Instalación Eléctrica del Centro de Transformación en Edificio Prefabricado de Superficie

INSTALACION DE CELDAS MT

Una vez descargadas con ayuda de una grúa, se alineará el bloque según las instrucciones de montaje del fabricante, y se fijará provisionalmente para deslizamientos.

Al objeto de asegurar el correcto funcionamiento de los aparatos de corte y seccionamiento, es imprescindible procurar una correcta nivelación. Las celdas deberán descansar sobre sus 4 puntos de apoyo y todo el grupo sobre el mismo plano, de tal forma que no existan deformaciones ni alabeos de las superficies de apoyo por esfuerzos transmitidos por las celdas adyacentes mal asentadas o por las barras de unión de los polos de los interruptores-seccionadores.

Una vez acoplados todos los grupos, se unirán a las barras colectoras según las instrucciones del fabricante

A continuación se procederá al anclaje definitivo de la celda a la fundación.

Para el montaje de los cables se seguirán las instrucciones del fabricante

Con temperaturas inferiores a 0°C no deben ser instalados los cables, pues pueden sufrir daños en el aislamiento al curvarlos.

Deberá evitarse que el extremo del cable choque contra alguna parte inferior de la unidad con el riesgo de arañarlo.

Durante la operación de montaje de celdas se establecerá la continuidad de todo el circuito general de tierra de las celdas.

La conexión exterior al circuito de tierra se realizará en los puntos acondicionados para ello.

INSTALACION DEL TRANSFORMADOR

El transformador será arrastrado preferentemente sobre planchas metálicas, hasta su celda, colocándolo sobre las vigas de sustentación.

INSTALACION DEL CUADRO BT

Los cuadros de baja tensión modulares se recibirán sobre el paramento asignado, anclándolo al bastidor instalado a tal efecto.

PUENTES DE MT Y DE BT

Los recorridos de los cables serán lo más cortos posible. Se tendrá en cuenta también los radios de curvatura mínimos a que deben someterse los cables, que serán los que marquen los fabricantes y la norma UNE correspondiente.

Las conexiones desde el transformador al cuadro de BT se realizarán con el número de ternas de cables indicado en el Proyecto. Se elegirá el recorrido más corto posible, sin que dificulte la colocación del transformador. Ningún circuito de BT se situará sobre la vertical de los circuitos de AT.

Se tendrá especial cuidado en colocar los cables de modo que no tapen, ni siquiera parcialmente, los huecos o rejillas de ventilación, procurando dejarlos bien peinados y colocados de modo que la evacuación de calor sea la mejor posible.

El cable deberá estar cortado con sierra y no con tijera o cizalla, colocándose en los extremos el terminal a compresión correspondiente a la sección del cable, no permitiendo en ningún caso ampliar el diámetro primitivo del orificio de dicho terminal.

PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra se ejecutarán de la forma indicada en la Memoria del presente Proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación entre circuitos, constitución y valores deseados para las resistencias de puesta a tierra.

En ninguno de los dos sistemas de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.

Las uniones y conexiones se realizarán mediante elementos apropiados, de manera que aseguren una perfecta unión, de forma que no haya peligro de aflojarse o soltarse. Estarán dimensionados a fin de que no experimenten calentamientos

superiores a los del conductor al paso de la corriente. Así mismo estarán protegidos contra la corrosión galvánica.

9. Ejecución de la Línea Subterránea de Baja Tensión

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

9.1. Trazado

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajos las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

9.2. Apertura de zanjas

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes:

- Profundidad de 60 cm y anchura de 40 cm para canalizaciones de baja tensión bajo acera.
- Profundidad de 80 cm y anchura de 60 cm para canalizaciones de baja tensión bajo calzada.

9.3. Canalización

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo el número de la zona y situación del cruce (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).
- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.

- En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
- Siempre que la profundidad de zanja bajo la calzada sea inferior a 60 cm en el caso de B.T. se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que dentro del mismo tubo deberán colocarse las tres fases y neutro.
- Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc., deberán proyectarse con todo detalle.

9.4. Zanja

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que cada banda se agrupen cables de igual tensión.

La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares dentro de una misma banda será como mínimo de 20 cm.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

Cable directamente enterrado.

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 10 cm de espesor sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena de 10 cm de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja.

La arena que se utilice para la protección de cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena de mina o de río indistintamente, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de 2 a 3 mm como máximo.

Cuando se emplee la arena procedente de la misma zanja, además de necesitar la aprobación del Director de Obra, será necesario su cribado.

Los cables deben estar enterrados a profundidad no inferior a 0,6 m, excepción hecha en el caso en que se atraviesen terrenos rocosos. Salvo casos especiales los eventuales obstáculos deben ser evitados pasando el cable por debajo de los mismos.

Todos los cables deben tener una protección (ladrillos, medias cañas, tejas, losas de piedra, etc. formando bovedillas) que sirva para indicar su presencia durante eventuales trabajos de excavación.

Cable entubado.

El cable en parte o en todo su recorrido irá en el interior de tubos de cemento, fibrocemento, fundición de hierro, materiales plásticos, etc., de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior a 1,6 veces el diámetro del cable o del haz de cables.

Los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido o simplemente con sus uniones recibidas con cemento, en cuyo caso, para permitir su unión correcta, el fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelada cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m. según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 2 m. en las que se interrumpirá la continuidad de la tubería.

Una vez tendido el cable, estas calas se taparán recubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones mínimas las 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, siendo la longitud mínima (perímetro) de la arqueta de 2 metros.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado; provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios.

9.5. Cruzamientos y paralelismos

El cruce de líneas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,20 m.

El cruzamiento entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica. No deberá existir ningún empalme sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de la conducción metálica no debe ser inferior a 0,30 m. Además, entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 8 mm de espesor como

mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m. de un empalme del cable.

En el paralelismo entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:

- 0,50 m para gaseoductos.
- 0,30 m para otras conducciones.
- Siempre que sea posible, en las instalaciones nuevas la distancia en proyección horizontal entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas colocadas paralelamente entre sí no debe ser inferior a:
- m en el caso de conducciones a presión máxima igual o superior a 25 atm; dicho mínimo se reduce a 1 m. en el caso en que el tramo de conducción interesado esté contenida en una protección de no más de 100 m.
- 1 m. en el caso de conducciones a presión máxima inferior a 25 atm.

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de telecomunicación. La distancia mínima entre el la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0,50 m. El cable colocado superiormente debe estar protegido por un tubo de hierro de 1 m de largo como mínimo y de tal forma que se garantice la distancia entre las generatrices exteriores de los cables, en las zonas no protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que se indica a continuación, media en proyección horizontal. Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su espesor no será inferior a 2 mm.

En donde por justificadas exigencias técnicas no pueda ser respetada la mencionada distancia mínima, sobre el cable inferior debe ser aplicada una

protección análoga a la indicada para el cable superior. En todo caso la distancia mínima entre los dos dispositivos de protección no debe ser inferior a 0,10 m. El cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y no debe haber empalmes sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir, excepto en lo indicado posteriormente, una distancia mínima en proyección horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables, no inferior a 0,50 m en cables interurbanos o a 0,30 m. en cables urbanos.

Se puede admitir incluso una distancia mínima de 0,15 m. a condición de que el cable de energía sea fácil y rápidamente separado, y eficazmente protegido mediante tubos de hierro de adecuada resistencia mecánica y 2 mm. de espesor como mínimo, protegido contra la corrosión. En el caso de paralelismo con cables de telecomunicación interurbana, dicha protección se refiere también a estos últimos.

Estas protecciones pueden no utilizarse, respetando la distancia mínima de 0,15 m, cuando el cable de energía se encuentra en una cota inferior a 0,50 m respecto del cable de telecomunicación.

Las reducciones mencionadas no se aplican en el caso de paralelismo con cables coaxiales, para los cuales es taxativa la distancia mínima de 0,50 m medida sobre la proyección horizontal.

En cuanto a los fenómenos inductivos debidos a eventuales defectos en los cables de energía, la distancia mínima entre los cables a la longitud máxima de los cables situados paralelamente está limitada por la condición de que la f.e.m. inducida sobre el cable de telecomunicación no supere el 60% de la mínima tensión de prueba a tierra de la parte de la instalación metálicamente conectada al cable de telecomunicación.

En el caso de galerías practicables, la colocación de los cables de energía y de telecomunicación se hace sobre apoyos diferentes, con objeto de evitar cualquier posibilidad de contacto directo entre los cables.

9.6. *Transporte de bobinas de cables*

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde el camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Para el tendido de la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

9.7. *Tendido de cables*

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 en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adoptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable.

Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados, no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

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 la protección de rasilla.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanquidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares:

- Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distintivo de dicho conductor.
- Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro en B.T., se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si ésto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el Proyecto o, en su defecto, donde señale el Director de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán con yute y yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

9.8. *Protección mecánica*

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una capa protectora de

rasilla o ladrillo, siendo su anchura de 25 cm cuando se trate de proteger un solo cable. La anchura se incrementará en 12,5 cm. por cada cable que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos y duros.

9.9. Señalización

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m. por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

9.10. Identificación

Los cables deberán llevar marcas que se indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

9.11. Cierre de zanjas

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación apisonada, debiendo realizarse los veinte primeros centímetros de forma manual, y para el resto deberá usarse apisonado mecánico.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm. de espesor, las cuales serán apisonada y regadas si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

9.12. Reposición de pavimentos

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losas, adoquines, etc.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

9.13. *Puesta a tierra*

Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximas a cables eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:

- Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables.
- Distancia mínima de 0,50 m entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

9.14. *Montajes diversos*

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

9.15. *Armario de distribución*

La fundación de los armarios tendrán como mínimo 15 cm de altura sobre el nivel del suelo.

Al preparar esta fundación se dejarán los tubos o taladros necesarios para el posterior tendido de los cables, colocándolos con la mayor inclinación posible para conseguir que la entrada de cables a los tubos quede siempre 50 cm. como mínimo por debajo de la rasante del suelo.

10. Ejecución de las instalaciones interiores

10.1. Condiciones generales.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales

10.2. Canalizaciones eléctricas.

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser

empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

10.2.1. Conductores aislados bajo tubos protectores.

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 - 2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función de diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 44: Tubos en canalizaciones fijas en superficie

Tubos en canalizaciones empotradas.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1º/ Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectora en obra

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 45: Tubo en canalizaciones empotradas 1

2º/ Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+90°C ⁽¹⁾
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 46: Tubo en canalizaciones empotradas 2

Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Protegido contra las gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior mediana y exterior elevada
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Tabla 47: Tubo con canalizaciones aéreas

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm².

Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Protegido contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada
Notas: NA : No aplicable (*) Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal		

Tabla 48: Tubos en canalizaciones enterradas

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

Instalación.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el

sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.

- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.

- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

10.2.2. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 KV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables

armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.

- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

10.2.3. Conductores aislados enterrados.

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

10.2.4. Conductores aislados directamente empotrados en estructuras.

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

10.2.5. Conductores aislados en el interior de la construcción.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles. Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquélla en partes bajas del hueco, etc.

10.2.6. Conductores aislados bajo canales protectoras.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una

tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina ; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

10.2.7. Conductores aislados bajo molduras.

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados

como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm² serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.

- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

10.2.8. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

10.2.9. Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se

mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

10.2.10. Accesibilidad a las instalaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante

10.3. Conductores.

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

10.3.1. Materiales.

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
- Conductor: de cobre.
- Formación: unipolares.

- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 KV de tensión nominal.
- Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

10.3.2. *Dimensionado.*

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.

- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

10.3.3. *Identificación de las instalaciones.*

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la

instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

10.3.4. Resistencia de aislamiento y rigidez DIELECTRICA.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación <u>aislamiento (MΩ)</u>	<u>Tensión ensayo corriente continua (V)</u>	Resistencia de
MBTS o MBTP	250	≥ 0,25
≤ 500 V	500	≥ 0,50
> 500 V	1000	≥ 1,00

Tabla 49: Resistencia de aislamiento

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

10.4. Cajas de empalme.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuerkas y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

10.5. *Mecanismos y tomas de corriente.*

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su

construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

10.6. *Aparamenta de mando y proteccion.*

10.6.1. *Cuadros electricos.*

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán

constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornes situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

10.6.2. Interruptores automáticos.

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una

disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

10.6.3. Guardamotores.

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

10.6.4. Fusibles.

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

10.6.5. Interruptores diferenciales.

1º/ La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º/ La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite

convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

10.6.6. *Seccionadores.*

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

10.6.7. *Embarrados.*

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

10.6.8. *Prensaestopas y etiquetas.*

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

10.7. *Receptores de alumbrado.*

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 KV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

10.8. *Receptores a motor.*

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 Kw a 1,5 Kw: 4,5

De 1,50 Kw a 5 Kw: 3,0

De 5 Kw a 15 Kw: 2

Más de 15 Kw: 1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 Kw tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para

redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- eje: de acero duro.
- ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- velocidad de rotación de la máquina accionada.
- características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- clase de protección (IP 44 o IP 54).
- clase de aislamiento (B o F).
- forma constructiva.
- temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar

- del lugar de emplazamiento.
- momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad
- de rotación del motor.
- curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estatórico sea superior a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- potencia del motor.
- velocidad de rotación.
- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.
- nombre del fabricante y modelo.

11. Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.

11.1. *Requisitos generales.*

Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada deben cumplir, una vez instalados, los requisitos de Seguridad y Compatibilidad Electromagnética que le sean de aplicación, conforme a lo establecido en la legislación nacional que desarrolla la Directiva de Baja Tensión (73/23/CEE) y la Directiva de Compatibilidad Electromagnética (89/336/CEE). En el caso de que estén incorporados en otros aparatos se atenderán, en lo que sea aplicable, a los requisitos establecidos para el producto o productos en los que vayan a ser integrados.

Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada que se instalen en el sistema, deberán incorporar instrucciones o referencias a las condiciones de instalación y uso que deban cumplirse para garantizar la seguridad y compatibilidad electromagnética de la instalación, como por ejemplo, tipos de cable a utilizar, aislamiento mínimo, apantallamientos, filtros y otras informaciones relevantes para realizar la instalación. En el caso de que no se requieran condiciones especiales de instalación, esta circunstancia deberá indicarse expresamente en las instrucciones.

En lo relativo a la Compatibilidad Electromagnética, las emisiones voluntarias de señal, conducidas o radiadas, producidas por las instalaciones domóticas para su funcionamiento, serán conformes a las normas armonizadas aplicables y, en ausencia de tales normas, las señales voluntarias emitidas en ningún caso superarán los niveles de inmunidad establecidos en las normas aplicables a los aparatos que se prevea puedan ser instalados en el entorno del sistema, según el ambiente electromagnético previsto.

Cuando el sistema domótico esté alimentado por muy baja tensión o la interconexión entre nodos y dispositivos de entrada esté realizada en muy baja tensión, las instalaciones e interconexiones entre dichos elementos seguirán lo indicado en la ITC-BT-36.

11.1.1. *Requisitos para sistemas que usan señales transmitidas por cables específicos para dicha función*

Sin perjuicio de los requisitos que los fabricantes de nodos, actuadores o dispositivos de entrada establezcan para la instalación, cuando el circuito que transmite la señal transcurra por la misma canalización que otro de baja tensión, el nivel de aislamiento de los cables del circuito de señal será equivalente a la de los cables del circuito de baja tensión adyacente, bien en un único o en varios aislamientos.

Los cables coaxiales y los pares trenzados usados en la instalación serán de características equivalentes a los cables de las normas de la serie EN 61.196 y CEI 60.189 -2.

11.1.2. *Requisitos para sistemas que usan señales radiadas*

Adicionalmente, los emisores de los sistemas que usan señales de radiofrecuencia o señales de telecomunicación, deberán cumplir la legislación nacional vigente del “Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias de Ordenación de las Telecomunicaciones”.

11.2. *Componentes.*

La seguridad eléctrica del lado del bus estará asegurada por el hecho de utilizar material de instalación estandarizado, e incluso material de este tipo certificado por KNX Association, lo que garantizará una comunicación libre de problemas. El material certificado por KNX Association llevará la marca registrada EIB o KNX.

En las instalaciones con KNX, la funcionalidad del sistema vendrá determinada en gran medida por los componentes bus escogidos y cómo se combinará su funcionamiento. Por tanto, a la hora de diseñar y/o realizar una instalación con KNX, deberán conocerse perfectamente tanto las propiedades eléctricas y mecánicas de los componentes, como sus programas de aplicación y parametrizaciones.

Así mismo, los componentes bus deben llevar marcada en todo momento su dirección física, con el fin de que permanezcan identificados de forma inequívoca durante la instalación, en caso de ampliaciones o reparaciones.

11.3. *Cableado de la instalación.*

El cableado representa el tendido de las líneas del bus KNX a lo largo de la vivienda.

Deberá hacerse de forma acertada para asegurar el cumplimiento de las necesidades actuales y de futuras ampliaciones o cambios. Esa distribución la realizaremos mediante rozas en la pared, por debajo del suelo o a través de falso techo, eligiendo de entre estas opciones la mejor para cada situación.

El cableado de la instalación cumplirá las siguientes ITCs del REBT:

- ITC-BT-51 : Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.
- ITC-BT-36 : Instalaciones a muy baja tensión.

Algunos dispositivos de la instalación domótica se alimentarán directamente de la línea de bus, estos son normalmente los sensores, el resto de componentes se conectarán además a la línea de fuerza que corresponda con su circuito.

Con el fin de evitar la posible formación de bucles, las líneas de fuerza deben tenderse junto con las líneas del bus, es decir, no debe haber separación entre ambas.

La instalación del cable de bus y la red de potencia se llevará a cabo en cajas de derivación independientes o con una partición que asegure el aislamiento entre ambas redes.

Cuando el cable bus discorra por la misma canalización que otro de baja tensión, la tensión de aislamiento que tendrá el cable bus será equivalente a la tensión de los cables de baja adyacentes.

Los conductores de fuerza, junto con los cables bus y otros componentes asociados a éstos, deben instalarse cerca unos de otros en los cuadros de distribución. Con el fin de asegurar una separación de protección entre la línea bus y las redes de fuerza, deben cumplirse los requerimientos citados anteriormente, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Los hilos de las líneas de fuerza cubiertos con material plástico y los cables bus pueden ser tendidos juntos sin necesidad de separación alguna.
- Los hilos de las líneas bus, deben mantener una distancia mínima de los conductores aislados de las líneas de fuerza.
- Igualmente, los hilos del bus y la línea de fuerza, deben ser tendidos con una separación mínima de 4 mm o con un aislamiento equivalente por medio de un separador o un tubo flexible de aislamiento que contenga los hilos del bus. Esto también es aplicable a conductores que no sean MBTS ó MBTP.

En el tendido de las líneas de bus se aplicarán las protecciones contra sobretensiones apropiadas, de igual manera que en las líneas de fuerza.

Las líneas de bus se distribuirán a lo largo de la instalación según la división en zonas y líneas planeadas para la instalación. Se respetarán en todo momento las reglas de topología de cada línea y procuraremos no cargar las líneas con el número máximo de dispositivos permitido, así podremos dejar un porcentaje de reserva para posibles ampliaciones futuras si fueran necesarias.

Se respetarán las limitaciones que imponga la tecnología de BUS en cuanto a longitudes máximas de línea (1000 m), distancia máxima entre componentes de bus (700 m), distancia máxima entre fuente de alimentación y un aparato de bus (350 m) y longitud mínima entre dos fuentes en paralelo en una línea (200 m).

El cable bus cumplirá las normas EN 61.196 y CEI 60.189-2. Para evitar cualquier tipo de problema se utilizarán cables certificados KNX.

La identificación de las líneas bus es altamente recomendable. Deberá marcarse claramente el término “BUS” o “KNX” en todos los cables del bus. Además, la palabra usada deberá ser única, permanente y legible.

11.4. Conexiones

El cable bus tiene hilos de un sólo conductor, que no necesitarán ninguna preparación especial para ser conectados. La cubierta del cable deberá ser quitada

solamente en los extremos, desde el punto tras el cual se introducen los hilos en el terminal de conexión al bus.

El trazador no será dañado y la película de apantallamiento que quede al descubierto será eliminada.

Los hilos bus deben se pelarán unos 10 mm y siempre introducidos en un terminal de conexión.

El par de hilos no utilizado junto con el trazador pueden ser recogidos y no se cortaran en ningún caso. Estos hilos y el trazador no deben entrar en contacto con partes activas o puestas a tierra.

En cada terminal de conexión al bus se podrán conectar como máximo cuatro líneas bus.

11.5. Protecciones.

Se instalarán protecciones contra sobretensiones (protección secundaria) para el bus KNX, en cada línea, incluso las que estén separadas por acopladores de línea o área se instalaran en ambos lados.

También se recomienda en los aparatos de bus que estén conectados a la red de potencia, o que estén instalados en paredes conductoras, en las cercanías de tuberías de agua, de gas etc., en los extremos libres del bus y en el límite de los edificios.

Los protectores contra sobretensiones deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Capacidad nominal de descarga de al menos 5 kA (8/20)
- Nivel de protección: < 2 KV

Los terminales de protección contra sobretensiones se corresponderán expresamente con los niveles necesitados en el bus KNX. Los terminales de protección contra sobretensiones tendrán las mismas dimensiones que los terminales de conexión al bus. Se distinguirán de éstos por el color (el bloque será

totalmente azul) y por el hilo de protección adicional. El terminal de protección contra sobretensiones podrá instalarse en lugar del terminal habitual, conectándose a la toma de tierra más cercana. Además, si utilizamos terminales de este tipo, no debe ser posible la formación de ningún bucle en el bus.

11.6. Verificaciones y pruebas.

11.6.1. Verificaciones previas.

Antes de la puesta en marcha de una instalación EIB, debe registrarse un procedimiento de comprobación que contenga todas las pruebas descritas en el capítulo 2.6.4. En concreto, debe incluir los resultados de los siguientes test (certificado de prueba):

- a) Configuración de los componentes bus instalados, tomas de instalación y distribuidores.
- b) Tendido de la línea bus.
- c) Continuidad y polaridad.
- d) Resistencia de aislamiento de la línea bus.
- e) Asignación de nombres de las líneas bus.
- f) Asignación de nombres de las líneas en los distribuidores de circuitos.
- g) Asignación y etiquetado de Direcciones Físicas a los componentes de Bus.

11.6.2. Verificación de las líneas.

Para comprobar el cada una de las líneas KNX, se seguirá el procedimiento de comprobación siguiente:

La línea a comprobar se conectará a una fuente de alimentación KNX o a una fuente de alimentación de tensión constante a prueba de cortocircuitos (6-15 V CC, con limitación de corriente de aprox. 1A). La tensión y la polaridad de todos los finales de línea y terminales de conexión al bus se comprobarán mediante un voltímetro. Las conexiones prohibidas se descubrirán comprobando la tensión del final del cable que pertenece a otras líneas (si el cable estuviera correctamente instalado no debería haber ninguna tensión).

Las longitudes de las líneas bus y las separaciones entre componentes se comprueban más eficazmente mientras se realiza el tendido de las líneas.

11.6.3. Medición de la resistencia de aislamiento .

La resistencia de aislamiento del circuito SELV deberá ser al menos de 250 k Ω , con una tensión de prueba de 250 V CC.

Si se han instalado dispositivos de protección contra rayos (protección primaria) o contra sobretensiones (protección secundaria), éstos deberán ser desconectados antes de comenzar la medición de la resistencia de aislamiento. Los resultados de todos los test deberán ser anotados.

11.6.4. Verificaciones finales.

Las funciones del sistema deberán ser comprobadas y comparadas con las funciones establecidas en las especificaciones y los resultados de estas pruebas han de ser documentados.

11.7. Programación y puesta en marcha de la instalación.

La programación y puesta en marcha del sistema domótico supondrá la etapa final de la realización de un proyecto de instalación KNX. En esta fase se realizará la programación de las direcciones físicas de los dispositivos, carga de los programas de aplicación en los componentes, y programación de las direcciones de grupo. Asimismo se programarán las tablas de filtros en los acopladores de línea y área si éstos estuvieran presentes. Este proceso deberá ser realizado por personal cualificado, preferentemente un Partner KNX.

Para la programación se utilizará la herramienta de software específica ETS programación. Este proceso, así como las labores de diagnóstico y modificación de la programación se podrán realizar en modo local o bien mediante conexiones a través de Internet por medio de una pasarela KNX-IP. Aunque será altamente recomendable la primera y dejar la segunda opción para posibles modificaciones o ajustes una vez verificada la correcta instalación y funcionamiento de los componentes instalados.

Un requisito previo para poder comenzar la puesta en marcha será haber concluido tanto la instalación del bus como la de fuerza.

Los componentes bus necesitarán disponer de la alimentación de potencia de sus fuentes KNX.

12. Puestas a tierra.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.

- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

12.1. Uniones a tierra.

Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

<u>Sección conductores fase (mm²)</u>	<u>Sección conductores protección (mm²)</u>
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.

- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

12.2. *Inspecciones y pruebas en fábrica.*

La aparamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

12.3. Control.

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

13. Recepción de las Obras

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, la Dirección de Obra procederá, en presencia de los representantes del Contratista, a efectuar los reconocimientos y ensayos que se estimen necesarios para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto, las modificaciones autorizadas y a las órdenes de la Dirección de Obra.

No se recibirá ninguna instalación eléctrica que no haya sido probada con su tensión normal y demostrado su correcto funcionamiento.

Antes del reconocimiento de las obras el Contratista retirará de las mismas, hasta dejarlas totalmente limpias y despejadas, todos los materiales sobrantes,

restos, embalajes, bobinas de cables, medios auxiliares, tierras sobrantes de las excavaciones y rellenos, escombros, etc.

Se comprobará que los materiales coinciden con los admitidos por la Dirección de Obra en el control previo, se corresponden con las muestras que tenga en su poder, si las hubiere, y no sufran deterioro en su aspecto o funcionamiento. Igualmente se comprobará que la realización de las obras de tierra y hormigonado y el montaje de todas las instalaciones eléctricas han sido ejecutadas de modo correcto y terminado y rematado completamente.

En particular, se prestará atención sobre la verificación de los siguientes puntos:

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Se medirá la resistencia de aislamiento en los siguientes elementos:

Cables de 3ª Categoría de alimentación al CT

Se medirá la resistencia de aislamiento entre fases y entre fases y tierra, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.

Cables de 3ª Categoría de alimentación al transformador

Se medirá la resistencia de aislamiento entre fases y entre fases y tierra, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.

Transformador

Se medirá la resistencia de aislamiento entre AT y BT, entre AT y masa y entre BT y masa, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.

INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Se medirán las resistencias de puesta a tierra y las tensiones de paso y contacto y se comprobará que los valores obtenidos son inferiores a los valores requeridos en la reglamentación vigente.

Se verificará, igualmente, que la separación entre ambos circuitos de tierra es adecuada, así como la buena ejecución y estado de la instalación.

ELEMENTOS DE MANIOBRA

Los elementos de maniobra instalados y sus características se ajustarán a los previstos en el Proyecto.

Se comprobará que están perfectamente identificados y se actuará sobre los distintos dispositivos verificando su correcto funcionamiento.

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

Los elementos de protección instalados y sus características se ajustarán a los previstos en el Proyecto.

Se comprobará el buen funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.

Después de efectuado este reconocimiento y de acuerdo con las conclusiones obtenidas, se procederá a realizar las pruebas y ensayos que se indican a continuación.

14. Disposición final

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

Jaén, Septiembre de 2017

Juan Manuel Rodríguez Torres

El alumno



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

DOCUMENTO 6

Mediciones

INDICE MEDICIONES

1. Línea subterránea de media tensión	471
2. Centro de transformación	471
3. Línea subterránea de baja tensión	471
4. Instalación interior	472
4.1. Planta baja.....	472
4.2. Planta tipo.....	474
5. Instalación domótica.....	476
5.1. Planta baja.....	476
5.2. Planta tipo.....	478

1. Línea subterránea de media tensión

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
U09AL010	m RED M.T.ACERA 3(1x150) AI 18/30 kV Canalización	1	68,00			68,00	
							68,00

2. Centro de transformación

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
0010B200	h Oficial 1ª electricista						
0010B210	h Oficial 2ª electricista						10,00
0010B220	h Ayudante electricista						10,00
P15BA020	u Caseta C.T. hasta 1.000 KVA						10,00
P15BB010	u Celda línea E/S con SPT						1,00
P15BB020	u Celda sec. y remon. SPT						2,00
P15BB030	u Celda protección f. combinado SPT						1,00
P15BB040	u Celda medida 3TI+3TT						1,00
P15BC070	u Transf.baño aceite 630 KVA						1,00
P01DW090	m Pequeño material						1,00
							1,00

3. Línea subterránea de baja tensión

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
U09BCA030	m LÍN.SUBT.ACE.B.T.3x150+1x95 Al. Acometida	1	120,00			120,00	
							120,00
U09BZ065	u ARQUETA PREFABRICADA PP REGISTRO 80x80x80 cm						
	Arquetas A1	4				4,00	
	Arquetas A2	2				2,00	
							6,00

4. Instalación interior

4.1. Planta baja

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
E17CC010	m CIRCUITO MONOFÁSICO ILUMINACIÓN 10 A.						
	C1	1	35,00			35,00	
	C2	1	35,00			35,00	
	C3	1	25,00			25,00	
	C4	1	25,00			25,00	
	C5	1	20,00			20,00	
	C6	1	15,00			15,00	
	C7	1	24,00			24,00	
	C8	1	16,00			16,00	
	C9	1	20,00			20,00	
	C10	1	40,00			40,00	
	C11	1	68,00			68,00	
	C12	1	35,00			35,00	
	C13	1	33,00			33,00	
	C14	1	31,00			31,00	
	C15	1	27,00			27,00	
	C16	1	38,00			38,00	
	C17	1	24,00			24,00	
	C18	1	14,00			14,00	
	C19	1	18,00			18,00	
	C20	1	19,00			19,00	
	C22	1	6,00			6,00	
	C26	1	35,00			35,00	
	C27	1	65,00			65,00	
	C34	1	24,00			24,00	
	C47	1	16,00			16,00	
							708,00
E17CDB080	m BANDEJA PVC 100x500 mm						
	TS1	1	3,00			3,00	
	TS2	1	30,00			30,00	
	TS3	1	7,00			7,00	
	TS4	1	3,00			3,00	
	TS5	1	5,00			5,00	
	TS6	1	5,00			5,00	
	TS7	1	7,00			7,00	
	TS8	1	7,00			7,00	
	TS9	1	12,00			12,00	
	TS10	1	4,00			4,00	
	TS11	1	3,00			3,00	
	TS12	1	2,00			2,00	
							88,00
E17CT030	m CIRCUITO TRIFÁSICO ILUMINACIÓN 20 A.						
	c28	1	90,00			90,00	
	C29	1	90,00			90,00	
	C30	1	50,00			50,00	
	C31	1	45,00			45,00	
	C32	1	57,00			57,00	
	C33	1	69,00			69,00	
	C35	1	45,00			45,00	
	C44	1	16,00			16,00	
	C45	1	17,00			17,00	
	C50	1	6,00			6,00	
	C51	1	6,00			6,00	
							491,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
ASDF01	u APARAMENTA MONOFASICA						
	C2	1				1,00	
	C3	1				1,00	
	C4	1				1,00	
	C5	1				1,00	
	C6	1				1,00	
	C7	1				1,00	
	C8	1				1,00	
	C9	1				1,00	
	C10	1				1,00	
	C11	1				1,00	
	C12	1				1,00	
	C13	1				1,00	
	C14	1				1,00	
	C15	1				1,00	
	C16	1				1,00	
	C17	1				1,00	
	C18	1				1,00	
	C19	1				1,00	
	C20	1				1,00	
	C22	1				1,00	
	C26	1				1,00	
	C27	1				1,00	
	C34	1				1,00	
	C47	1				1,00	
	C37	1				1,00	
	C38	1				1,00	
	C39	1				1,00	
	C40	1				1,00	
	C41	1				1,00	
	C42	1				1,00	
	C43	1				1,00	
	C46	1				1,00	
	C48	1				1,00	
	C49	1				1,00	
	C52	1				1,00	
	C53	1				1,00	
	C54	1				1,00	
							37,00
E17CC0920	m CIRCUITO MONOFÁSICO POTENCIA 20 A.						
	C36	1	30,00			30,00	
	C37	1	10,00			10,00	
	C38	1	14,00			14,00	
	C39	1	14,00			14,00	
	C40	1	96,00			96,00	
	C41	1	20,00			20,00	
	C42	1	24,00			24,00	
	C43	1	15,00			15,00	
	C46	1	40,00			40,00	
	C48	1	11,00			11,00	
	C49	1	110,00			110,00	
	C52	1	20,00			20,00	
	C53	1	10,00			10,00	
	C54	1	8,00			8,00	
							422,00
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
ASDF02	U APARAMENTA TRIFÁSICA						
	C44	1	16,00			16,00	
	C45	1	17,00			17,00	
	C50	1	6,00			6,00	
	C51	1	6,00			6,00	
	C29	1				1,00	
	C30	1				1,00	
	C31	1				1,00	
	C32	1				1,00	
	C33	1				1,00	
	C35	1				1,00	

							51,00
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
ASDF03	u CUADROS						
	TS1	1				1,00	
	TS2	1				1,00	
	TS3	1				1,00	
	TS4	1				1,00	
	TS5	1				1,00	
	TS6	1				1,00	
	TS7	1				1,00	
	TS8	1				1,00	
	TS9	1				1,00	
	TS10	1				1,00	
	TS11	1				1,00	
	TS12	1				1,00	
							12,00
ASDF04	U ILUMINACIÓN						
	PLANTA BAJA	1				1,00	
							1,00

4.2. *Planta tipo*

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
E17CC010	m CIRCUITO MONOFÁSICO ILUMINACIÓN 10 A.						
	C1	12				12,00	
	C2	12				12,00	
	C3	12				12,00	
	C4	12				12,00	
	C5	12				12,00	
	C6	12				12,00	
	C7	12				12,00	
	C8	12				12,00	
	C9	12				12,00	
	C11	12				12,00	
	C12	12				12,00	
	C13	12				12,00	
	C14	12				12,00	
	C15	12				12,00	
	C16	12				12,00	
	C17	12				12,00	
	C18	12				12,00	
	C19	12				12,00	
	C20	12				12,00	
	C21	12				12,00	
	C22	12				12,00	
	C23	12				12,00	
	C24	12				12,00	
	C25	12				12,00	
	C26	12				12,00	
	C27	13				13,00	
	C28	4				4,00	
							317,00
E17CDB080	m BANDEJA PVC 100x500 mm						
	PLANTAN TIPO	1	140,00			140,00	
							140,00
E17CC0920	m CIRCUITO MONOFÁSICO POTENCIA 20 A.						
	C29	1	35,00			35,00	
	C30	1	38,00			38,00	
	C31	1	44,00			44,00	
	C32	1	45,00			45,00	
	C33	1	52,00			52,00	
	C34	1	53,00			53,00	
	C35	1	60,00			60,00	
	C36	1	61,00			61,00	
	C37	1	93,00			93,00	
	C38	1	92,00			92,00	
	C39	1	85,00			85,00	

Electrificación e incorporación de un sistema inteligente de gestión a un edificio singular

C40	1	84,00	84,00
C41	1	77,00	77,00
C42	1	76,00	76,00
C43	1	69,00	69,00
C44	1	68,00	68,00
C45	1	72,00	72,00
C46	1	73,00	73,00
C47	1	80,00	80,00
C48	1	81,00	81,00
C49	1	88,00	88,00
C50	1	89,00	89,00
C51	1	96,00	96,00
C52	1	96,00	96,00
C53	1	13,00	13,00

							1.720,00
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
ASDF01	u APARAMENTA MONOFASICA						
C29		1				1,00	
C30		1				1,00	
C31		1				1,00	
C32		1				1,00	
C33		1				1,00	
C34		1				1,00	
C35		1				1,00	
C36		1				1,00	
C37		1				1,00	
C38		1				1,00	
C39		1				1,00	
C40		1				1,00	
C41		1				1,00	
C42		1				1,00	
C43		1				1,00	
C44		1				1,00	
C45		1				1,00	
C46		1				1,00	
C47		1				1,00	
C48		1				1,00	
C49		1				1,00	
C50		1				1,00	
C51		1				1,00	
C52		1				1,00	
C53		1				1,00	
C1		1				1,00	
C2		1				1,00	
C3		1				1,00	
C4		1				1,00	
C5		1				1,00	
C6		1				1,00	
C7		1				1,00	
C8		1				1,00	
C9		1				1,00	
C11		1				1,00	
C12		1				1,00	
C13		1				1,00	
C14		1				1,00	
C15		1				1,00	
C16		1				1,00	
C17		1				1,00	
C18		1				1,00	
C19		1				1,00	
C20		1				1,00	
C21		1				1,00	
C22		1				1,00	
C23		1				1,00	
C24		1				1,00	
C25		1				1,00	
C26		1				1,00	
C27		1				1,00	
C28		1				1,00	

52,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
ASDF03	u CUADROS ELECTRICIDAD DOMÓTICA	2				2,00	
		1				1,00	
							3,00
ASDF04	U ILUMINACIÓN PLANTA BAJA	1				1,00	
							1,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

5. Instalación domótica

5.1. Planta baja

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
D01	U FUENTE DE ALIMENTACIÓN						
	LINEA 1	1				1,00	
	LINEA 2	1				1,00	
	LINEA 3	1				1,00	
	LINEA 4	1				1,00	
	LINEA 5	1				1,00	
	LINEA 6	1				1,00	
	LINEA 7	1				1,00	
	LINES 8	1				1,00	
							8,00
D02	U ACOPLADOR AREA/LINEA						
	LINEA 1	1				1,00	
	LINEA 2	1				1,00	
	LINEA 3	1				1,00	
	LINEA 4	1				1,00	
	LINEA 5	1				1,00	
	LINEA 6	1				1,00	
	LINEA 7	1				1,00	
	LINES 8	1				1,00	
	Area 1	1				1,00	
	Area 0	1				1,00	
							10,00
D03	U ACTUADOR A/C						
	LINEA 1	1				1,00	
	LINEA 2	2				2,00	
	LINEA 3	1				1,00	
	LINEA 4						
	LINEA 5	1				1,00	
	LINEA 6	1				1,00	
	LINEA 7	1				1,00	
	LINES 8	2				2,00	
							9,00
D04	U ACTUADOR LUCES						
	LINEA 1	1				1,00	
	LINEA 2	2				2,00	
	LINEA 3	1				1,00	
	LINEA 4	1				1,00	
	LINEA 5	1				1,00	
	LINEA 6	1				1,00	
	LINEA 7	1				1,00	
	LINES 8	2				2,00	
							10,00
D05	U ACTUADOR PERSIANAS						

	LINEA 1								
	LINEA 2	1					1,00		
	LINEA 3								
	LINEA 4								
	LINEA 5								
	LINEA 6								
	LINEA 7								
	LINES 8								
								1,00	
D06	U CONTROL LUCES								
	LINEA 1	2					2,00		
	LINEA 2	6					6,00		
	LINEA 3	2					2,00		
	LINEA 4	2					2,00		
	LINEA 5	1					1,00		
	LINEA 6	3					3,00		
	LINEA 7								
	LINES 8	2					2,00		
								18,00	
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD		
D07	U CONTROL A/C								
	LINEA 1	1					1,00		
	LINEA 2	6					6,00		
	LINEA 3	1					1,00		
	LINEA 4								
	LINEA 5	1					1,00		
	LINEA 6	6					6,00		
	LINEA 7	1					1,00		
	LINES 8	1					1,00		
								17,00	
D08	U CONTROL PERSIANAS								
	LINEA 1								
	LINEA 2	2					2,00		
	LINEA 3								
	LINEA 4								
	LINEA 5								
	LINEA 6								
	LINEA 7								
	LINES 8								
								2,00	
D09	U SENSOR DE PRESENCIA								
	LINEA 1	2					2,00		
	LINEA 2	4					4,00		
	LINEA 3								
	LINEA 4	4					4,00		
	LINEA 5	3					3,00		
	LINEA 6	4					4,00		
	LINEA 7	4					4,00		
	LINES 8	2					2,00		
								23,00	
D10	U SENSOR MAGNÉTICO								
	LINEA 1								
	LINEA 2	8					8,00		
	LINEA 3								
	LINEA 4								
	LINEA 5								
	LINEA 6								
	LINEA 7								
	LINES 8								
								8,00	
D11	U OTROS								
	OTROS	1					1,00		
								1,00	

5.2. *Planta tipo*

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
D01	U FUENTE DE ALIMENTACIÓN Linea	6				6,00	
							6,00
D02	U ACOPLADOR AREA/LINEA Area 0	1				1,00	
	Linea	6				6,00	
							7,00
D03	U ACTUADOR A/C Linea	6				6,00	
							6,00
D04	U ACTUADOR LUCES LINEA 1	6				6,00	
							6,00
D05	U ACTUADOR PERSIANAS LINEA 1	6				6,00	
							6,00
D06	U CONTROL LUCES HABITACIÓN	24				24,00	
							24,00
D07	U CONTROL A/C HABITACIÓN	24				24,00	
							24,00
D08	U CONTROL PERSIANAS HABITACIÓN	24				24,00	
							24,00
D09	U SENSOR DE PRESENCIA PASILLO	6				6,00	
							6,00
D10	U SENSOR MAGNÉTICO HABITACIÓN	48				48,00	
							48,00

Jaén, Septiembre de 2017

Juan Manuel Rodríguez Torres

El alumno



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

DOCUMENTO 7

Presupuesto

INDICE PRESUPUESTO

1.	Precios simples	481
2.	Cuadros de precios descompuestos.....	487
2.1.	Línea subterránea de media tensión	487
2.2.	Centro de transformación.....	487
2.3.	Línea subterránea de baja tensión	489
2.4.	Instalación interior.....	490
2.4.1.	Planta baja	490
2.4.2.	Planta tipo	492
2.5.	Instalación domótica	494
2.5.1.	Planta baja	494
2.5.2.	Planta tipo	497
2.6.	Residuos construcción y demolición (RCD)	499
2.6.1.	Clasificación RCD	499
2.6.2.	Reciclaje residuos demolición	500
2.6.3.	Carga y transporte RCD.....	501
2.6.4.	Contenedores	501
2.6.5.	Suministro áridos reciclados	502
3.	Presupuesto de ejecución material.....	505
3.1.	Línea subterránea de media tensión	505
3.2.	Centro de transformación.....	505
3.3.	Línea subterránea de baja tensión	506
3.4.	Instalación interior.....	506
3.4.1.	Planta baja	506
3.4.2.	Planta tipo	509
3.5.	Instalación domótica	511
3.5.1.	Planta baja	511
3.5.2.	Planta tipo	513
3.6.	Residuos construcción y demolición (RCD)	514
3.6.1.	Clasificación RCD	514
3.6.2.	Reciclaje residuos demolición	514
3.6.3.	Carga y transporte RCD.....	514
3.6.4.	Contenedores	515
3.6.5.	Suministro áridos reciclados	515
4.	Resumen del Presupuesto	517

1. Precios simples

CÓDIGO	UD	RESUMEN	REND.	MED.	TOTAL	PRECIO	IMPORTE
M05RN020	h	Retrocargadora neumáticos 75 CV					
E02EM010	m3	EXCAVACIÓN ZANJA A MÁQUINA TERRENO DISGREGADO	0,150	86,880	13,032		
U20CS010	t	SUM. ARENA DE MIGA REC. C/RETRO-PALA EX.	0,100	0,020	0,002		
U20CS020	t	SUM. ZAHORRA 0-20 REC. C/RETRO-PALA EX.	0,080	0,030	0,002		
U20CS030	t	SUM. ZAHORRA 0-40 REC. C/RETRO-PALA EX.	0,070	0,050	0,004		
U20CS040	t	SUM. GRAVA 20-40 REC. C/RETRO-PALA EX.	0,070	0,020	0,001		
U20CS050	t	SUM. ZAHORRA 0-60 REC. C/RETRO-PALA EX.	0,070	0,010	0,001		
U20CS060	t	SUM. CERAM.-HORM. 0-40 REC. C/RETRO-PALA EX.	0,060	0,500	0,030		
U20CS070	t	SUM. CERAM.-HORM. 20-40 REC. C/RETRO-PALA EX.	0,070	0,400	0,028		
U20CS080	t	SUM. CERAM.-HORM. 40-80 REC. C/RETRO-PALA EX.	0,050	0,400	0,020		
U20CS090	t	SUM. MAT. RELLENO 0-6 REC. C/RETRO-PALA EX.	0,090	0,590	0,053		
U20CS100	t	SUM. GARBANCILLO 6-14 REC. C/RETRO-PALA EX.	0,080	0,800	0,064		
					13,237	32,96	436,29
M07CB010	h	Camión basculante 4x2 10 t					
U20CS010	t	SUM. ARENA DE MIGA REC. C/RETRO-PALA EX.	0,100	0,020	0,002		
U20CS020	t	SUM. ZAHORRA 0-20 REC. C/RETRO-PALA EX.	0,080	0,030	0,002		
U20CS030	t	SUM. ZAHORRA 0-40 REC. C/RETRO-PALA EX.	0,070	0,050	0,004		
U20CS040	t	SUM. GRAVA 20-40 REC. C/RETRO-PALA EX.	0,070	0,020	0,001		
U20CS050	t	SUM. ZAHORRA 0-60 REC. C/RETRO-PALA EX.	0,070	0,010	0,001		
U20CS060	t	SUM. CERAM.-HORM. 0-40 REC. C/RETRO-PALA EX.	0,060	0,500	0,030		
U20CS070	t	SUM. CERAM.-HORM. 20-40 REC. C/RETRO-PALA EX.	0,070	0,400	0,028		
U20CS080	t	SUM. CERAM.-HORM. 40-80 REC. C/RETRO-PALA EX.	0,050	0,400	0,020		
U20CS090	t	SUM. MAT. RELLENO 0-6 REC. C/RETRO-PALA EX.	0,090	0,590	0,053		
U20CS100	t	SUM. GARBANCILLO 6-14 REC. C/RETRO-PALA EX.	0,080	0,800	0,064		
					0,205	31,72	6,51
M11V070	h	Maq.aux. alimentación a planta machaqueo					
U20CR030	h	ALIMENTACIÓN A PLANTA MACHAQUEO	1,000	0,040	0,040		
					0,040	68,64	2,75
M13O460	mes	Alq.contenedor RCD 4m3					
U20CO010	mes	ALQUILER CONTENEDOR RCD 4m3	1,000	1,000	1,000		
					1,000	275,00	275,00
M13O510	u	Entreg. y recog. saco 1,5m3 50 km					
U20CT050	u	TRAN.PLAN.<50km.SACOS RCD 1,5m3	1,000	5,000	5,000		
					5,000	28,96	144,80
O01OA030	h	Oficial primera					
U09BZ065	u	ARQUETA PREFABRICADA PP REGISTRO 80x80x80 cm	0,330	6,000	1,980		
					1,980	19,64	38,89
O01OA060	h	Peón especializado					
U09BZ065	u	ARQUETA PREFABRICADA PP REGISTRO 80x80x80 cm	0,330	6,000	1,980		
					1,980	16,83	33,32
O01OA070	h	Peón ordinario					
E02EM010	m3	EXCAVACIÓN ZANJA A MÁQUINA TERRENO DISGREGADO	0,100	86,880	8,688		
E02SZ060	m3	RELLENO TIERRA ZANJA MANO S/APORTE	0,550	76,800	42,240		
U20CC010	m3	CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS	0,900	1,000	0,900		
U20CT010	m3	CARGA RCD EN SACOS MANO	1,000	3,000	3,000		
					54,828	16,70	915,63
O01OA080	h	Maquinista o conductor					
U20CR010	h	MACHAQUEO RESIDUOS DEMOLICIÓN PLANTA INTEGRAL 100 t/h	1,000	0,010	0,010		
U20CR020	h	MACHAQUEO RESIDUOS DEMOLICIÓN PLANTA INTEGRAL 200 t/h	1,000	0,010	0,010		
U20CR030	h	ALIMENTACIÓN A PLANTA MACHAQUEO	1,000	0,040	0,040		
					0,060	18,25	1,10
O01OB200	h	Oficial 1ª electricista					
02	u	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	10,000	1,000	10,000		
U09AL010	m	RED M.T.ACERA 3(1x150) AI 18/30 kV	0,140	68,000	9,520		
U09BCA030	m	LÍN.SUBT.ACE.B.T.3x150+1x95 AI.	0,100	120,000	12,000		
E17CDB080	m	BANDEJA PVC 100x500 mm	0,350	508,000	177,800		
E17CC010	m	CIRCUITO MONOFÁSICO ILUMINACIÓN 10 A.	0,150	1.659,000	248,850		

Electrificación e incorporación de un sistema inteligente de gestión a un edificio singular

CÓDIGO	UD	RESUMEN	REND.	MED.	TOTAL	PRECIO	IMPORTE
E17CT030	m	CIRCUITO TRIFÁSICO ILUMINACIÓN 20 A.	0,200	491,000	98,200		
E17CC0920	m	CIRCUITO MONOFÁSICO POTENCIA 20 A.	0,250	5.582,000	1.395,500		
E17CB050	u	CUADRO PROTECCIÓN ELECTRIFICIÓN ELEVADA 11 C.	0,600	21,000	12,600		
E18GNC020	u	EMERG.INTELIGENTE NORMALUX VIA LED VVA3 (3h-120lm)	0,600	1.268,000	760,800		
ASDF02	U	APARAMENTA TRIFÁSICA	0,150	51,000	7,650		
ASDF01	u	APARAMENTA MONOFASICA	0,150	193,000	28,950		
D01	U	FUENTE DE ALIMENTACIÓN	0,300	26,000	7,800		
D02	U	ACOPLADOR AREA/LINEA	0,300	31,000	9,300		
D03	U	ACTUADOR A/C	0,300	27,000	8,100		
D04	U	ACTUADOR LUCES	0,300	28,000	8,400		
D06	U	CONTROL LUCES	0,300	90,000	27,000		
D07	U	CONTROL A/C	0,300	89,000	26,700		
D10	U	SENSOR MAGNÉTICO	0,300	152,000	45,600		
D09	U	SENSOR DE PRESENCIA	0,300	41,000	12,300		
D08	U	CONTROL PERSIANAS	0,300	74,000	22,200		
D05	U	ACTUADOR PERSIANAS	0,300	19,000	5,700		
D11	U	OTROS	0,300	1,000	0,300		
					2.935,270	19,04	55.887,54
O01OB210	h	Oficial 2º electricista					
02	u	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	10,000	1,000	10,000		
U09AL010	m	RED M.T.ACERA 3(1x150) AI 18/30 kV	0,140	68,000	9,520		
U09BCA030	m	LÍN.SUBT.ACE.B.T.3x150+1x95 AI.	0,100	120,000	12,000		
E17CC010	m	CIRCUITO MONOFÁSICO ILUMINACIÓN 10 A.	0,150	1.659,000	248,850		
E17CT030	m	CIRCUITO TRIFÁSICO ILUMINACIÓN 20 A.	0,200	491,000	98,200		
E17CC0920	m	CIRCUITO MONOFÁSICO POTENCIA 20 A.	0,250	5.582,000	1.395,500		
ASDF02	U	APARAMENTA TRIFÁSICA	0,150	51,000	7,650		
ASDF01	u	APARAMENTA MONOFASICA	0,150	193,000	28,950		
					1.810,670	17,81	32.248,03
O01OB220	h	Ayudante electricista					
02	u	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	10,000	1,000	10,000		
E17CDB080	m	BANDEJA PVC 100x500 mm	0,350	508,000	177,800		
D01	U	FUENTE DE ALIMENTACIÓN	0,150	26,000	3,900		
D02	U	ACOPLADOR AREA/LINEA	0,150	31,000	4,650		
D03	U	ACTUADOR A/C	0,150	27,000	4,050		
D04	U	ACTUADOR LUCES	0,150	28,000	4,200		
D06	U	CONTROL LUCES	0,150	90,000	13,500		
D07	U	CONTROL A/C	0,150	89,000	13,350		
D10	U	SENSOR MAGNÉTICO	0,150	152,000	22,800		
D09	U	SENSOR DE PRESENCIA	0,150	41,000	6,150		
D08	U	CONTROL PERSIANAS	0,150	74,000	11,100		
D05	U	ACTUADOR PERSIANAS	0,150	19,000	2,850		
D11	U	OTROS	0,150	1,000	0,150		
					274,500	17,81	4.888,85
P01AA020	m3	Arena de río 0/6 mm					
U09BZ065	u	ARQUETA PREFABRICADA PP REGISTRO 80x80x80 cm	0,100	6,000	0,600		
					0,600	17,37	10,42
P01AR010	t	Arena de miga reciclada					
U20CS010	t	SUM. ARENA DE MIGA REC. C/RETRO-PALA EX.	1,000	0,020	0,020		
					0,020	4,96	0,10
P01AR020	t	Zahorra 0-20 reciclada					
U20CS020	t	SUM. ZAHORRA 0-20 REC. C/RETRO-PALA EX.	1,000	0,030	0,030		
					0,030	3,73	0,11
P01AR030	t	Zahorra 0-40 reciclada					
U20CS030	t	SUM. ZAHORRA 0-40 REC. C/RETRO-PALA EX.	1,000	0,050	0,050		
					0,050	4,61	0,23
P01AR040	t	Grava 20-40 reciclada					
U20CS040	t	SUM. GRAVA 20-40 REC. C/RETRO-PALA EX.	1,000	0,020	0,020		
					0,020	5,16	0,10
P01AR050	t	Zahorra 0-60 reciclada					
U20CS050	t	SUM. ZAHORRA 0-60 REC. C/RETRO-PALA EX.	1,000	0,010	0,010		

Electrificación e incorporación de un sistema inteligente de gestión a un edificio singular

			0,010	2,91	0,03		
CÓDIGO	UD	RESUMEN	REND.	MED.	TOTAL	PRECIO	IMPORTE
P01AR060	t	0-40 cerámico-hormigón reciclado					
U20CS060	t	SUM. CERAM.-HORM. 0-40 REC. C/RETRO-PALA EX.	1,000	0,500	0,500		
					0,500	3,73	1,87
P01AR070	t	20-40 cerámico-hormigón reciclado					
U20CS070	t	SUM. CERAM.-HORM. 20-40 REC. C/RETRO-PALA EX.	1,000	0,400	0,400		
					0,400	2,18	0,87
P01AR080	t	40-80 cerámico-hormigón reciclado					
U20CS080	t	SUM. CERAM.-HORM. 40-80 REC. C/RETRO-PALA EX.	1,000	0,400	0,400		
					0,400	3,76	1,50
P01AR090	t	0-6 material para relleno reciclado					
U20CS090	t	SUM. MAT. RELLENO 0-6 REC. C/RETRO-PALA EX.	1,000	0,590	0,590		
					0,590	2,12	1,25
P01AR100	t	6-14 garbancillo reciclado					
U20CS100	t	SUM. GARBANCILLO 6-14 REC. C/RETRO-PALA EX.	1,000	0,800	0,800		
			0,800		5,26	4,21	
P01DW090	m	Pequeño material					
02	u	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	1,000	1,000	1,000		
U09AL010	m	RED M.T.ACERA 3(1x150) AI 18/30 kV	1,000	68,000	68,000		
U09BCA030	m	LÍN.SUBT.ACE.B.T.3x150+1x95 AI.	1,000	120,000	120,000		
E17CC010	m	CIRCUITO MONOFÁSICO ILUMINACIÓN 10 A.	1,000	1.659,000	1.659,000		
E17CT030	m	CIRCUITO TRIFÁSICO ILUMINACIÓN 20 A.	1,000	491,000	491,000		
E17CB050	u	CUADRO PROTECCIÓN ELECTRIFICIÓN ELEVADA 11 C.	1,000	21,000	21,000		
E18GNC020	u	EMERG.INTELIGENTE NORMALUX VIA LED VVA3 (3h-120lm)	1,000	1.268,000	1.268,000		
E17CC0920	m	CIRCUITO MONOFÁSICO POTENCIA 20 A.	1,000	5.582,000	5.582,000		
			9.210,000		1,35	12.433,50	
P15AA190	u	Tapa cuadrada fundición dúctil 90x90					
U09BZ065	u	ARQUETA PREFABRICADA PP REGISTRO 80x80x80 cm	1,000	6,000	6,000		
			6,000		131,95	791,70	
P15AA255	u	Arq.PP reciclado armada 80x80x80cm					
U09BZ065	u	ARQUETA PREFABRICADA PP REGISTRO 80x80x80 cm	1,000	6,000	6,000		
			6,000		226,00	1.356,00	
P15AC030	m	C.Vulpren HEPRZ1 AI 18/30 kV 1x150 H11					
U09AL010	m	RED M.T.ACERA 3(1x150) AI 18/30 kV	6,000	68,000	408,000		
			408,000		19,29	7.870,32	
P15AH010	m	Cinta señalizadora 19x10					
U09AL010	m	RED M.T.ACERA 3(1x150) AI 18/30 kV	2,000	68,000	136,000		
U09BCA030	m	LÍN.SUBT.ACE.B.T.3x150+1x95 AI.	1,000	120,000	120,000		
			256,000		0,52	133,12	
P15AH020	m	Placa cubrecables blanca					
U09AL010	m	RED M.T.ACERA 3(1x150) AI 18/30 kV	1,000	68,000	68,000		
U09BCA030	m	LÍN.SUBT.ACE.B.T.3x150+1x95 AI.	1,000	120,000	120,000		
			188,000		2,96	556,48	
P15AL020	m	Cond.aisla. RV 0,6-1kV 95 mm2 AI					
U09BCA030	m	LÍN.SUBT.ACE.B.T.3x150+1x95 AI.	1,000	120,000	120,000		
			120,000		3,99	478,80	
P15AL030	m	Cond.aisla. RV 0,6-1kV 150 mm2 AI					
U09BCA030	m	LÍN.SUBT.ACE.B.T.3x150+1x95 AI.	3,000	120,000	360,000		
			360,000		5,57	2.005,20	
P15BA020	u	Caseta C.T. hasta 1.000 KVA					
02	u	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	1,000	1,000	1,000		
			1,000		7.960,02	7.960,02	

Electrificación e incorporación de un sistema inteligente de gestión a un edificio singular

P15BB010 02	u u	Celda línea E/S con SPT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	2,000	1,000	2,000			
			2,000		2.503,89	5.007,78		
CÓDIGO	UD	RESUMEN	REND.	MED.	TOTAL	PRECIO	IMPORTE	
P15BB020 02	u u	Celda sec. y remon. SPT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	1,000	1,000	1,000			
			1,000		1.258,65	1.258,65		
P15BB030 02	u u	Celda protección f. combinado SPT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	1,000	1,000	1,000			
			1,000		3.394,43	3.394,43		
P15BB040 02	u u	Celda medida 3TI+3TT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	1,000	1,000	1,000			
			1,000		5.525,53	5.525,53		
P15BC070 02	u u	Transf.baño aceite 630 KVA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	1,000	1,000	1,000			
			1,000		12.547,19	12.547,19		
P15FB220 E17CB050	u u	Caja empotrar 2x12 CUADRO PROTECCIÓN ELECTRIFICIÓN ELEVADA 11 C.	1,000	21,000	21,000			
					21,000	6,41	134,61	
P15FK105 E17CB050	u u	PIA 2x63A, 6/10kA curva C CUADRO PROTECCIÓN ELECTRIFICIÓN ELEVADA 11 C.	3,000	21,000	63,000			
					63,000	69,25	4.362,75	
P15GA010 E17CC010	m m	Cond. rigi. 750 V 1,5 mm2 Cu CIRCUITO MONOFÁSICO ILUMINACIÓN 10 A.	2,000	1.659,000	3.318,000			
					3.318,000	0,25	829,50	
P15GA020 E17CT030 E17CC0920	m m m	Cond. rigi. 750 V 4 mm2 Cu CIRCUITO TRIFÁSICO ILUMINACIÓN 20 A. CIRCUITO MONOFÁSICO POTENCIA 20 A.	5,000 3,000	491,000 5.582,000	2.455,000 16.746,000			
					19.201,000	0,72	13.824,72	
P15GB010 E17CC010 D01 D02 D06 D10 D03 D07 D04 D09 D08 D05 D11	m m U U U U U U U U U U U	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro CIRCUITO MONOFÁSICO ILUMINACIÓN 10 A. FUENTE DE ALIMENTACIÓN ACOPLADOR AREA/LINEA CONTROL LUCES SENSOR MAGNÉTICO ACTUADOR A/C CONTROL A/C ACTUADOR LUCES SENSOR DE PRESENCIA CONTROL PERSIANAS ACTUADOR PERSIANAS OTROS	0,300 0,200 0,200 0,200 0,200 0,200 0,200 0,200 0,200 0,200 0,200 0,200 120,000	1.659,000 26,000 31,000 90,000 152,000 27,000 89,000 28,000 41,000 74,000 19,000 1,000	497,700 5,200 6,200 18,000 30,400 5,400 17,800 5,600 8,200 14,800 3,800 120,000			
					733,100	0,26	190,61	
P15GB020 E17CC0920	m m	Tubo PVC corrugado M 25/gp5 negro CIRCUITO MONOFÁSICO POTENCIA 20 A.	0,500	5.582,000	2.791,000			
					2.791,000	0,30	837,30	
P15GF030 E17CT030	m m	Moldura PVC tapa ext. 10x30 mm CIRCUITO TRIFÁSICO ILUMINACIÓN 20 A.	1,000	491,000	491,000			
					491,000	1,30	638,30	
P15GP090 E17CDB080	m m	Bandeja perf. PVC 100x500mm BANDEJA PVC 100x500 mm	1,000	508,000	508,000			
					508,000	47,80	24.282,40	
P15GS050 E17CDB080	m m	P.p.acces. bandeja 100x500 mm BANDEJA PVC 100x500 mm	1,000	508,000	508,000			

Electrificación e incorporación de un sistema inteligente de gestión a un edificio singular

P15GS110	m	P.p.soporte techo ban. 100x500mm			508,000	4,41	2.240,28
E17CDB080	m	BANDEJA PVC 100x500 mm	0,500	508,000	254,000		
					254,000	40,11	10.187,94
CÓDIGO	UD	RESUMEN	REND.	MED.	TOTAL	PRECIO	IMPORTE
P15KA380	m	Cable homologado KNX 2x2x0,8					
D01	U	FUENTE DE ALIMENTACIÓN	2,000	26,000	52,000		
D02	U	ACOPLADOR AREA/LINEA	2,000	31,000	62,000		
D10	U	SENSOR MAGNÉTICO	2,000	152,000	304,000		
D03	U	ACTUADOR A/C	2,000	27,000	54,000		
D07	U	CONTROL A/C	2,000	89,000	178,000		
D04	U	ACTUADOR LUCES	2,000	28,000	56,000		
D09	U	SENSOR DE PRESENCIA	2,000	41,000	82,000		
D06	U	CONTROL LUCES	2,000	90,000	180,000		
D08	U	CONTROL PERSIANAS	2,000	74,000	148,000		
D05	U	ACTUADOR PERSIANAS	2,000	19,000	38,000		
D11	U	OTROS	120,000	1,000	120,000		
					1.274,000	1,54	1.961,96
P16ENC020	u	Em. intelig.Normalux Via Led VVA3 3h 120lm					
E18GNC020	u	EMERG.INTELIGENTE NORMALUX VIA LED VVA3 (3h-120lm)	1,000	1.268,000	1.268,000		
					1.268,000	39,00	49.452,00
P35BZ010	u	Planta integral de machaqueo 100 t/h					
U20CR010	h	MACHAQUEO RESIDUOS DEMOLICIÓN PLANTA INTEGRAL 100 t/h	1,000	0,010	0,010		
					0,010	858,37	8,58
P35BZ020	h	Planta integral de machaqueo 200 t/h					
U20CR020	h	MACHAQUEO RESIDUOS DEMOLICIÓN PLANTA INTEGRAL 200 t/h	1,000	0,010	0,010		
					0,010	1.689,30	16,89
PABBCDS211166	u	Int. aut. SV201-C40NA 1p+N 40A C 6kA					
ASDF02	U	APARAMENTA TRIFÁSICA	3,000	51,000	153,000		
ASDF01	u	APARAMENTA MONOFASICA	1,000	193,000	193,000		
					346,000	28,86	9.985,56
PABBCSF202004	u	Int. dif. FH202AC-40/0,03 2p 40A AC 30mA					
ASDF02	U	APARAMENTA TRIFÁSICA	1,000	51,000	51,000		
					51,000	66,98	3.415,98
PABBCSF202007	u	Int. dif. FV202AC-40/0,03 2p 40A AC 30mA					
ASDF01	u	APARAMENTA MONOFASICA	1,000	193,000	193,000		
					193,000	63,28	12.213,04
PNIE120-12-10	u	Acoplador bus KNX PRION					
D02	U	ACOPLADOR AREA/LINEA	1,000	31,000	31,000		
					31,000	95,00	2.945,00
PNIE131-10-18	u	Detector de presencia, FM					
D09	U	SENSOR DE PRESENCIA	1,000	41,000	41,000		
					41,000	243,00	9.963,00
PNIE6136-100C	u	Pantalla color-BO 210 KNX					
D11	U	OTROS	1,000	1,000	1,000		
					1,000	1.760,00	1.760,00
PNIE6320-30-2	u	Tritón 3 canales, PT					
D07	U	CONTROL A/C	1,000	89,000	89,000		
					89,000	227,50	20.247,50
PNIE6885-500	u	Base detector presencia blanco					
D09	U	SENSOR DE PRESENCIA	1,000	41,000	41,000		
					41,000	12,34	505,94
PNIE9637.1	u	EIB-Port LAN Gateway DIN-8M					
D11	U	OTROS	1,000	1,000	1,000		

Electrificación e incorporación de un sistema inteligente de gestión a un edificio singular

PNIEAA-S 6.23	u	Actuador de accionamiento de válvula, 6 canales, 230V, MDRC			1,000	1.667,00	1.667,00
D03	U	ACTUADOR A/C	1,000	27,000	27,000		
			27,000		287,00	7.749,00	
CÓDIGO	UD	RESUMEN	REND.	MED.	TOTAL	PRECIO	IMPORTE
PNIEABZ-S 2.1	u	Unidad lógica func. horarias					
D11	U	OTROS	1,000	1,000	1,000		
					1,000	428,00	428,00
PNIEBE-M 4.12	u	Sensor entrada binaria 4 canal					
D10	U	SENSOR MAGNÉTICO	1,000	152,000	152,000		
					152,000	151,00	22.952,00
PNIEDG-S 8.1	u	Gateway DALI 8 canales DIN 6 M					
D04	U	ACTUADOR LUCES	1,000	28,000	28,000		
					28,000	554,00	15.512,00
PNIEJA-S 4.SM	u	Actuador 4 persianas SMI					
D05	U	ACTUADOR PERSIANAS	1,000	19,000	19,000		
					19,000	410,00	7.790,00
PNIEJSB-S 1.1	u	Unidad control persianas DIN 2					
D05	U	ACTUADOR PERSIANAS	1,000	19,000	19,000		
					19,000	659,00	12.521,00
PNIESU-S 30.6	u	Fuente ininterrumpida 640mA					
D01	U	FUENTE DE ALIMENTACIÓN	1,000	26,000	26,000		
					26,000	472,00	12.272,00
PNIETS-K 1.1	u	Sensor temperatura controlador					
D07	U	CONTROL A/C	1,000	89,000	89,000		
					89,000	47,00	4.183,00
PNIEUS-U 2.2	u	Interface pulsadores 2C univ.					
D06	U	CONTROL LUCES	1,000	90,000	90,000		
D08	U	CONTROL PERSIANAS	1,000	74,000	74,000		
					164,000	60,50	9.922,00
PNIEUSB-S 1.1	u	Interface USB/EIB, DIN 2 mod.					
D11	U	OTROS	1,000	1,000	1,000		
			1,000		258,00	258,00	

2. Cuadros de precios descompuestos

2.1. Línea subterránea de media tensión

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
U09AL010	m	RED M.T.ACERA 3(1x150) Al 18/30 kV Red eléctrica de media tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x150)Al. 12/20 kV., con aislamiento de dieléctrico seco, formados por: conductor de aluminio compacto de sección circular, pantalla sobre el conductor de mezcla semiconductora, aislamiento de etileno-propileno (EPR), pantalla sobre el aislamiento de mezcla semiconductora pelable no metálica asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre y cubierta termoplástica a base de poliolefina, en instalación subterránea bajo acera, en zanja de 60 cm. de ancho y 100 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 10 cm. de arena de río, montaje de cables conductores, relleno con una capa de 25 cm. de arena de río, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación apisonada con medios manuales en tongadas de 10 cm., colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera, incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero o planta de reciclaje de los productos sobrantes de la excavación y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexión.			
O01OB200	0,140 h	Oficial 1ª electricista	19,04	2,67	
O01OB210	0,140 h	Oficial 2ª electricista	17,81	2,49	
E02EM010	0,660 m3	EXCAVACIÓN ZANJA A MÁQUINA TERRENO DISGREGADO	6,61	4,36	
E02SZ060	0,600 m3	RELLENO TIERRA ZANJA MANO S/APORTE	9,19	5,51	
P15AH010	2,000 m	Cinta señalizadora 19x10	0,52	1,04	
P15AH020	1,000 m	Placa cubrecables blanca	2,96	2,96	
P15AC030	6,000 m	C.Vulpren HEPRZ1 Al 18/30 kV 1x150 H11	19,29	115,74	
P01DW090	1,000 m	Pequeño material	1,35	1,35	
Materiales					136,13
Suma la partida					136,12
Costes indirectos..... 10,00%					13,61
TOTAL PARTIDA.....					149,73

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS

2.2. Centro de transformación

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
O01OB200	h	Oficial 1ª electricista			
			Sin descomposición		
			Materiales.....		19,04
			Costes indirectos..... 10,00%		1,90
TOTAL PARTIDA.....					20,94
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS					
O01OB210	h	Oficial 2ª electricista			
			Sin descomposición		
			Materiales.....		17,81
			Costes indirectos..... 10,00%		1,78
TOTAL PARTIDA.....					19,59
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					
O01OB220	h	Ayudante electricista			
			Sin descomposición		
			Materiales.....		17,81
			Costes indirectos..... 10,00%		1,78
TOTAL PARTIDA.....					19,59

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

Electrificación e incorporación de un sistema inteligente de gestión a un edificio singular

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
P15BA020	u	Caseta C.T. hasta 1.000 KVA			
			Sin descomposición		
			Materiales.....		7.960,02
			Costes indirectos.....	10,00%	796,00
		TOTAL PARTIDA.....			8.756,02
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS con DOS CÉNTIMOS					
P15BB010	u	Celda línea E/S con SPT			
			Sin descomposición		
			Materiales.....		2.503,89
			Costes indirectos.....	10,00%	250,39
		TOTAL PARTIDA.....			2.754,28
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS					
P15BB020	u	Celda sec. y remon. SPT			
			Sin descomposición		
			Materiales.....		1.258,65
			Costes indirectos.....	10,00%	125,87
		TOTAL PARTIDA.....			1.384,52
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS					
P15BB030	u	Celda protección f. combinado SPT			
			Sin descomposición		
			Materiales.....		3.394,43
			Costes indirectos.....	10,00%	339,44
		TOTAL PARTIDA.....			3.733,87
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL SETECIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS					
P15BB040	u	Celda medida 3TI+3TT			
			Sin descomposición		
			Materiales.....		5.525,53
			Costes indirectos.....	10,00%	552,55
		TOTAL PARTIDA.....			6.078,08
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS MIL SETENTA Y OCHO EUROS con OCHO CÉNTIMOS					
P15BC070	u	Transf.baño aceite 630 KVA			
			Sin descomposición		
			Materiales.....		12.547,19
			Costes indirectos.....	10,00%	1.254,72
		TOTAL PARTIDA.....			13.801,91
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE MIL OCHOCIENTOS UN EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS					
P01DW090	m	Pequeño material			
			Sin descomposición		
			Materiales.....		1,35
			Costes indirectos.....	10,00%	0,14
		TOTAL PARTIDA.....			1,49
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					

2.3. Línea subterránea de baja tensión

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
U09BCA030	m	LÍN.SUBT.ACE.B.T.3x150+1x95 Al. Línea de distribución en baja tensión, desde el centro de transformación de la Cía. hasta abonados, enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3x150+1x95 mm ² Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, en instalación subterránea bajo acera, en zanja de dimensiones mínimas 45 cm. de ancho y 70 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 10 cm. de arena de río, montaje de cables conductores, relleno con una capa de 15 cm. de arena de río, placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación de 25 cm. apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización, sin reposición de acera; incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero o planta de reciclaje de los productos sobrantes de la excavación, y pruebas de rigidez dieléctrica, instalada, transporte, montaje y conexionado.			
O01OB200	0,100 h	Oficial 1ª electricista	19,04	1,90	
O01OB210	0,100 h	Oficial 2ª electricista	17,81	1,78	
E02EM010	0,350 m ³	EXCAVACIÓN ZANJA A MÁQUINA TERRENO DISGREGADO	6,61	2,31	
E02SZ060	0,300 m ³	RELLENO TIERRA ZANJA MANO S/APORTE	9,19	2,76	
P15AH010	1,000 m	Cinta señalizadora 19x10	0,52	0,52	
P15AH020	1,000 m	Placa cubrecables blanca	2,96	2,96	
P01DW090	1,000 m	Pequeño material	1,35	1,35	
P15AL030	3,000 m	Cond.aisla. RV 0,6-1kV 150 mm ² Al	5,57	16,71	
P15AL020	1,000 m	Cond.aisla. RV 0,6-1kV 95 mm ² Al	3,99	3,99	
Materiales					34,28
Suma la partida					34,28
Costes indirectos				10,00%	3,43
TOTAL PARTIDA					37,71

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

U09BZ065	u	ARQUETA PREFABRICADA PP REGISTRO 80x80x80 cm Arqueta para canalización eléctrica fabricada en polipropileno reforzado con o sin fondo, armada con perfiles ULF30603 y varillas roscadas de D 16mm, de medidas interiores 80x80x80 cm con tapa y marco de fundición incluidos, colocada sobre cama de arena de río de 10 cm de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral exterior.			
O01OA030	0,330 h	Oficial primera	19,64	6,48	
O01OA060	0,330 h	Peón especializado	16,83	5,55	
P01AA020	0,100 m ³	Arena de río 0/6 mm	17,37	1,74	
P15AA190	1,000 u	Tapa cuadrada fundición dúctil 90x90	131,95	131,95	
P15AA255	1,000 u	Arq.PP reciclado armada 80x80x80cm	226,00	226,00	
Materiales					371,72
Suma la partida					371,72
Costes indirectos				10,00%	37,17
TOTAL PARTIDA					408,89

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS OCHO EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

2.4. Instalación interior

2.4.1. Planta baja

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E17CC010	m	CIRCUITO MONOFÁSICO ILUMINACIÓN 10 A.			
		Circuito iluminación realizado con tubo PVC corrugado M 20/gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase y neutro), incluido p.p. de cajas de registro y regletas			
		xién.			
O01OB200	0,150 h	Oficial 1ª electricista	19,04	2,86	
O01OB210	0,150 h	Oficial 2ª electricista	17,81	2,67	
P15GB010	0,300 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,08	
P15GA010	2,000 m	Cond. ríg. 750 V 1,5 mm2 Cu	0,25	0,50	
P01DW090	1,000 m	Pequeño material	1,35	1,35	
		Materiales			7,46

Suma la partida 7,46
Costes indirectos 10,00% 0,75

TOTAL PARTIDA..... 8,21

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

E17CDB080	m	BANDEJA PVC 100x500 mm			
		Suministro y colocación de bandeja perforada de PVC. color gris de 100x500 mm. y 3 m. de longitud, sin separadores y con cubierta, con p.p. de accesorios y soportes; montada suspendida. Conforme al reglamento electrotécnico de baja tensión. Con protección contra impactos IPXX-(9), de material aislante y de reacción al fuego M1.			
O01OB200	0,350 h	Oficial 1ª electricista	19,04	6,66	
O01OB220	0,350 h	Ayudante electricista	17,81	6,23	
P15GP090	1,000 m	Bandeja perf. PVC 100x500mm	47,80	47,80	
P15GS050	1,000 m	P.p.acces. bandeja 100x500 mm	4,41	4,41	
P15GS110	0,500 m	P.p.soporte techo ban. 100x500mm	40,11	20,06	
		Materiales			85,16

Suma la partida 85,16
Costes indirectos 10,00% 8,52

TOTAL PARTIDA..... 93,68

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y TRES EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

E17CT030	m	CIRCUITO TRIFÁSICO ILUMINACIÓN 20 A.			
		Circuito de potencia para una intensidad máxima de 20 A. o una potencia de 10 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 4 mm2 de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo canalera de PVC de 10x30 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.			
O01OB200	0,200 h	Oficial 1ª electricista	19,04	3,81	
O01OB210	0,200 h	Oficial 2ª electricista	17,81	3,56	
P15GF030	1,000 m	Moldura PVC tapa ext. 10x30 mm	1,30	1,30	
P15GA020	5,000 m	Cond. ríg. 750 V 4 mm2 Cu	0,72	3,60	
P01DW090	1,000 m	Pequeño material	1,35	1,35	
		Materiales			13,62

Suma la partida 13,62
Costes indirectos 10,00% 1,36

TOTAL PARTIDA..... 14,98

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

Electrificación e incorporación de un sistema inteligente de gestión a un edificio singular

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
ASDF01	u	APARAMENTA MONOFASICA			
O01OB200	0,150 h	Oficial 1ª electricista	19,04	2,86	
O01OB210	0,150 h	Oficial 2ª electricista	17,81	2,67	
PABBCSF202007	1,000 u	Int. dif. FV202AC-40/0,03 2p 40A AC 30mA	63,28	63,28	
PABBCDS211166	1,000 u	Int. aut. SV201-C40NA 1p+N 40A C 6kA	28,86	28,86	
		Materiales			97,67
		Suma la partida.....			97,67
		Costes indirectos.....		10,00%	9,77
		TOTAL PARTIDA.....			107,44

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SIETE EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

E17CC0920	m	CIRCUITO MONOFÁSICO POTENCIA 20 A.			
		Circuito lavadora realizado con tubo PVC corrugado M 25/gp5, conductores de cobre rígido de 4 mm2,			
aislamiento		VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de			
conexión.					
O01OB200	0,250 h	Oficial 1ª electricista	19,04	4,76	
O01OB210	0,250 h	Oficial 2ª electricista	17,81	4,45	
P15GB020	0,500 m	Tubo PVC corrugado M 25/gp5 negro	0,30	0,15	
P15GA020	3,000 m	Cond. ríg. 750 V 4 mm2 Cu	0,72	2,16	
P01DW090	1,000 m	Pequeño material	1,35	1,35	
		Materiales			12,87
		Suma la partida.....			12,87
		Costes indirectos.....		10,00%	1,29
		TOTAL PARTIDA.....			14,16

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

ASDF02	U	APARAMENTA TRIFÁSICA			
O01OB200	0,150 h	Oficial 1ª electricista	19,04	2,86	
O01OB210	0,150 h	Oficial 2ª electricista	17,81	2,67	
PABBCDS211166	3,000 u	Int. aut. SV201-C40NA 1p+N 40A C 6kA	28,86	86,58	
PABBCSF202004	1,000 u	Int. dif. FH202AC-40/0,03 2p 40A AC 30mA	66,98	66,98	
		Materiales			159,09
		Suma la partida.....			159,09
		Costes indirectos.....		10,00%	15,91
		TOTAL PARTIDA.....			175,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y CINCO EUROS

ASDF03	u	CUADROS			
E17CB050	1,000 u	CUADRO PROTECCIÓN ELECTRIFICIÓN ELEVADA 11 C.	226,93	226,93	
		Materiales			226,93
		Suma la partida.....			226,93
		Costes indirectos.....		10,00%	22,69
		TOTAL PARTIDA.....			249,62

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
ASDF04	U	ILUMINACIÓN			
E18GNC020	317,000 u	EMERG.INTELIGENTE NORMALUX VIA LED VVA3 (3h-120lm)	51,77	16.411,09	
		Materiales			16.411,09
		Suma la partida.....			16.411,09
		Costes indirectos.....		10,00%	1.641,11
TOTAL PARTIDA.....					18.052,20

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO MIL CINCUENTA Y DOS EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

2.4.2.Planta tipo

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E17CC010	m	CIRCUITO MONOFÁSICO ILUMINACIÓN 10 A.			
		Circuito iluminación realizado con tubo PVC corrugado M 20/gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase y neutro), incluido p.p. de cajas de registro y regletas			
		xión.			
O01OB200	0,150 h	Oficial 1ª electricista	19,04	2,86	
O01OB210	0,150 h	Oficial 2ª electricista	17,81	2,67	
P15GB010	0,300 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,08	
P15GA010	2,000 m	Cond. ríg. 750 V 1,5 mm2 Cu	0,25	0,50	
P01DW090	1,000 m	Pequeño material	1,35	1,35	
		Materiales			7,46
		Suma la partida.....			7,46
		Costes indirectos.....		10,00%	0,75
TOTAL PARTIDA.....					8,21

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

E17CDB080	m	BANDEJA PVC 100x500 mm			
		Suministro y colocación de bandeja perforada de PVC. color gris de 100x500 mm. y 3 m. de longitud, sin separadores y con cubierta, con p.p. de accesorios y soportes; montada suspendida. Conforme al reglamento electrotécnico de baja tensión. Con protección contra impactos IPXX-(9), de material aislante y de reacción al fuego M1.			
O01OB200	0,350 h	Oficial 1ª electricista	19,04	6,66	
O01OB220	0,350 h	Ayudante electricista	17,81	6,23	
P15GP090	1,000 m	Bandeja perf. PVC 100x500mm	47,80	47,80	
P15GS050	1,000 m	P.p.acces. bandeja 100x500 mm	4,41	4,41	
P15GS110	0,500 m	P.p.soporte techo ban. 100x500mm	40,11	20,06	
		Materiales			85,16
		Suma la partida.....			85,16
		Costes indirectos.....		10,00%	8,52
TOTAL PARTIDA.....					93,68

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y TRES EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

E17CC0920	m	CIRCUITO MONOFÁSICO POTENCIA 20 A.			
		Circuito lavadora realizado con tubo PVC corrugado M 25/gp5, conductores de cobre rígido de 4 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p.p. de cajas de registro y regletas de			

Electrificación e incorporación de un sistema inteligente de gestión a un edificio singular

conexión.				
O01OB200	0,250 h	Oficial 1ª electricista	19,04	4,76
O01OB210	0,250 h	Oficial 2ª electricista	17,81	4,45
P15GB020	0,500 m	Tubo PVC corrugado M 25/gp5 negro	0,30	0,15
P15GA020	3,000 m	Cond. ríg. 750 V 4 mm2 Cu	0,72	2,16
P01DW090	1,000 m	Pequeño material	1,35	1,35
Materiales				12,87
Suma la partida				12,87
Costes indirectos			10,00%	1,29
TOTAL PARTIDA				14,16

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

ASDF01	u	APARAMENTA MONOFASICA		
O01OB200	0,150 h	Oficial 1ª electricista	19,04	2,86
O01OB210	0,150 h	Oficial 2ª electricista	17,81	2,67
PABBCSF202007	1,000 u	Int. dif. FV202AC-40/0,03 2p 40A AC 30mA	63,28	63,28
PABBCDS211166	1,000 u	Int. aut. SV201-C40NA 1p+N 40A C 6kA	28,86	28,86
Materiales				97,67
Suma la partida				97,67
Costes indirectos			10,00%	9,77
TOTAL PARTIDA				107,44

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SIETE EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

ASDF03	u	CUADROS		
E17CB050	1,000 u	CUADRO PROTECCIÓN ELECTRIFICIÓN ELEVADA 11 C.	226,93	226,93
Materiales				226,93
Suma la partida				226,93
Costes indirectos			10,00%	22,69
TOTAL PARTIDA				249,62

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS

ASDF04	U	ILUMINACIÓN		
E18GNC020	317,000 u	EMERG.INTELIGENTE NORMALUX VIA LED VVA3 (3h-120lm)	51,77	16.411,09
Materiales				16.411,09
Suma la partida				16.411,09
Costes indirectos			10,00%	1.641,11
TOTAL PARTIDA				18.052,20

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO MIL CINCUENTA Y DOS EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

2.5. Instalación domótica

2.5.1. Planta baja

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D01	U	FUENTE DE ALIMENTACIÓN			
PNIESU-S 30.6	1,000 u	Fuente ininterrumpida 640mA	472,00	472,00	
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
P15GB010	0,200 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,05	
P15KA380	2,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	3,08	
Materiales					483,51

Suma la partida 483,51
 Costes indirectos 10,00% 48,35

TOTAL PARTIDA..... 531,86

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS TREINTA Y UN EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

D02	U	ACOPLADOR AREA/LINEA			
PNIE120-12-10	1,000 u	Acoplador bus KNX PRION	95,00	95,00	
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
P15GB010	0,200 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,05	
P15KA380	2,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	3,08	
Materiales					106,51

Suma la partida 106,51
 Costes indirectos 10,00% 10,65

TOTAL PARTIDA..... 117,16

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DIECISIETE EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

D03	U	ACTUADOR A/C			
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
PNIEAA-S 6.23	1,000 u	Actuador de accionamiento de válvula, 6 canales, 230V, MDRC	287,00	287,00	
P15GB010	0,200 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,05	
P15KA380	2,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	3,08	
Materiales					298,51

Suma la partida 298,51
 Costes indirectos 10,00% 29,85

TOTAL PARTIDA..... 328,36

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS VEINTIOCHO EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

D04	U	ACTUADOR LUCES			
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
PNIEDG-S 8.1	1,000 u	Gateway DALI 8 canales DIN 6 M	554,00	554,00	
P15GB010	0,200 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,05	
P15KA380	2,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	3,08	
Materiales					565,51

Suma la partida 565,51
 Costes indirectos 10,00% 56,55

TOTAL PARTIDA..... 622,06

Electrificación e incorporación de un sistema inteligente de gestión a un edificio singular

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS VEINTIDOS EUROS con SEIS CÉNTIMOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D05	U	ACTUADOR PERSIANAS			
PNIEJSB-S 1.1	1,000 u	Unidad control persianas DIN 2	659,00	659,00	
PNIEJA-S 4.SM	1,000 u	Actuador 4 persianas SMI	410,00	410,00	
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
P15GB010	0,200 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,05	
P15KA380	2,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	3,08	
Materiales					1.080,51
Suma la partida					1.080,51
Costes indirectos				10,00%	108,05
TOTAL PARTIDA					1.188,56

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CIENTO OCHENTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

D06	U	CONTROL LUCES			
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
P15GB010	0,200 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,05	
PNIEUS-U 2.2	1,000 u	Interface pulsadores 2C univ.	60,50	60,50	
P15KA380	2,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	3,08	
Materiales					72,01
Suma la partida					72,01
Costes indirectos				10,00%	7,20
TOTAL PARTIDA					79,21

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y NUEVE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

D07	U	CONTROL A/C			
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
PNiets-K 1.1	1,000 u	Sensor temperatura controlador	47,00	47,00	
P15GB010	0,200 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,05	
P15KA380	2,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	3,08	
PNIE6320-30-2	1,000 u	Tritón 3 canales, PT	227,50	227,50	
Materiales					286,01
Suma la partida					286,01
Costes indirectos				10,00%	28,60
TOTAL PARTIDA					314,61

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CATORCE EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS

D08	U	CONTROL PERSIANAS			
PNIEUS-U 2.2	1,000 u	Interface pulsadores 2C univ.	60,50	60,50	
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
P15GB010	0,200 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,05	
P15KA380	2,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	3,08	
Materiales					72,01
Suma la partida					72,01
Costes indirectos				10,00%	7,20
TOTAL PARTIDA					79,21

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y NUEVE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D09	U	SENSOR DE PRESENCIA			
PNIE6885-500	1,000 u	Base detector presencia blanco	12,34	12,34	
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
PNIE131-10-18	1,000 u	Detector de presencia, FM	243,00	243,00	
P15GB010	0,200 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,05	
P15KA380	2,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	3,08	
Materiales					266,85
Suma la partida					266,85
Costes indirectos					10,00% 26,69
TOTAL PARTIDA					293,54

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

D10	U	SENSOR MAGNÉTICO			
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
P15GB010	0,200 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,05	
P15KA380	2,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	3,08	
PNIEBE-M 4.12	1,000 u	Sensor entrada binaria 4 canal	151,00	151,00	
Materiales					162,51
Suma la partida					162,51
Costes indirectos					10,00% 16,25
TOTAL PARTIDA					178,76

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

D11	U	OTROS			
PNIE6136-100C	1,000 u	Pantalla color-BO 210 KNX	1.760,00	1.760,00	
PNIEABZ-S 2.1	1,000 u	Unidad lógica func. horarias	428,00	428,00	
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
P15GB010	120,000 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	31,20	
P15KA380	120,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	184,80	
PNIEUSB-S 1.1	1,000 u	Interface USB/EIB, DIN 2 mod.	258,00	258,00	
PNIE9637.1	1,000 u	EIB-Port LAN Gateway DIN-8M	1.667,00	1.667,00	
Materiales					4.337,38
Suma la partida					4.337,38
Costes indirectos					10,00% 433,74
TOTAL PARTIDA					4.771,12

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL SETECIENTOS SETENTA Y UN EUROS con DOCE CÉNTIMOS

2.5.2.Planta tipo

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D01	U	FUENTE DE ALIMENTACIÓN			
PNIESU-S 30.6	1,000 u	Fuente ininterrumpida 640mA	472,00	472,00	
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
P15GB010	0,200 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,05	
P15KA380	2,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	3,08	
Materiales					483,51

Suma la partida 483,51
Costes indirectos..... 10,00% 48,35

TOTAL PARTIDA..... 531,86

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS TREINTA Y UN EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

D02	U	ACOPLADOR AREA/LINEA			
PNIE120-12-10	1,000 u	Acoplador bus KNX PRION	95,00	95,00	
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
P15GB010	0,200 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,05	
P15KA380	2,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	3,08	
Materiales					106,51

Suma la partida 106,51
Costes indirectos..... 10,00% 10,65

TOTAL PARTIDA..... 117,16

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DIECISIETE EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

D03	U	ACTUADOR A/C			
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
PNIEAA-S 6.23	1,000 u	Actuador de accionamiento de válvula, 6 canales, 230V, MDRC	287,00	287,00	
P15GB010	0,200 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,05	
P15KA380	2,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	3,08	
Materiales					298,51

Suma la partida 298,51
Costes indirectos..... 10,00% 29,85

TOTAL PARTIDA..... 328,36

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS VEINTIOCHO EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

D04	U	ACTUADOR LUCES			
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
PNIEDG-S 8.1	1,000 u	Gateway DALI 8 canales DIN 6 M	554,00	554,00	
P15GB010	0,200 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,05	
P15KA380	2,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	3,08	
Materiales					565,51

Suma la partida 565,51
Costes indirectos..... 10,00% 56,55

TOTAL PARTIDA..... 622,06

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS VEINTIDOS EUROS con SEIS CÉNTIMOS

Electrificación e incorporación de un sistema inteligente de gestión a un edificio singular

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D05	U	ACTUADOR PERSIANAS			
PNIEJSB-S 1.1	1,000 u	Unidad control persianas DIN 2	659,00	659,00	
PNIEJA-S 4.SM	1,000 u	Actuador 4 persianas SMI	410,00	410,00	
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
P15GB010	0,200 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,05	
P15KA380	2,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	3,08	
Materiales					1.080,51
Suma la partida.....					1.080,51
Costes indirectos.....				10,00%	108,05

TOTAL PARTIDA..... 1.188,56

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CIENTO OCHENTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

D06	U	CONTROL LUCES			
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
P15GB010	0,200 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,05	
PNIEUS-U 2.2	1,000 u	Interface pulsadores 2C univ.	60,50	60,50	
P15KA380	2,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	3,08	
Materiales					72,01
Suma la partida.....					72,01
Costes indirectos.....				10,00%	7,20
TOTAL PARTIDA.....					79,21

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y NUEVE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

D07	U	CONTROL A/C			
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
PNiets-K 1.1	1,000 u	Sensor temperatura controlador	47,00	47,00	
P15GB010	0,200 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,05	
P15KA380	2,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	3,08	
PNIE6320-30-2	1,000 u	Tritón 3 canales, PT	227,50	227,50	
Materiales					286,01
Suma la partida.....					286,01
Costes indirectos.....				10,00%	28,60
TOTAL PARTIDA.....					314,61

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CATORCE EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS

D08	U	CONTROL PERSIANAS			
PNIEUS-U 2.2	1,000 u	Interface pulsadores 2C univ.	60,50	60,50	
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
P15GB010	0,200 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,05	
P15KA380	2,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	3,08	
Materiales					72,01
Suma la partida.....					72,01
Costes indirectos.....				10,00%	7,20
TOTAL PARTIDA.....					79,21

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y NUEVE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D09	U	SENSOR DE PRESENCIA			
PNIE6885-500	1,000 u	Base detector presencia blanco	12,34	12,34	
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
PNIE131-10-18	1,000 u	Detector de presencia, FM	243,00	243,00	
P15GB010	0,200 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,05	
P15KA380	2,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	3,08	
		Materiales			266,85
		Suma la partida.....			266,85
		Costes indirectos.....		10,00%	26,69
		TOTAL PARTIDA.....			293,54

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

D10	U	SENSOR MAGNÉTICO			
O01OB200	0,300 h	Oficial 1ª electricista	19,04	5,71	
O01OB220	0,150 h	Ayudante electricista	17,81	2,67	
P15GB010	0,200 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 negro	0,26	0,05	
P15KA380	2,000 m	Cable homologado KNX 2x2x0,8	1,54	3,08	
PNIEBE-M 4.12	1,000 u	Sensor entrada binaria 4 canal	151,00	151,00	
		Materiales			162,51
		Suma la partida.....			162,51
		Costes indirectos.....		10,00%	16,25
		TOTAL PARTIDA.....			178,76

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

2.6. Residuos construcción y demolición (RCD)

2.6.1. Clasificación RCD

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
U20CC010	m3	CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS			
		Clasificación a pie de obra de residuos de construcción o demolición en fracciones según normativa vigente, con medios manuales.			
O01OA070	0,900 h	Peón ordinario	16,70	15,03	
		Materiales			15,03
		Suma la partida.....			15,03
		Costes indirectos.....		10,00%	1,50
		TOTAL PARTIDA.....			16,53

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

2.6.2. Reciclaje residuos demolición

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
U20CR010	h	MACHAQUEO RESIDUOS DEMOLICIÓN PLANTA INTEGRAL 100 t/h			
		Machaqueo en obra de hormigón en masa o ligeramente armado limpio de impurezas, mediante grupo móvil de trituración de mandíbulas tipo Metso LT95 con tratamiento de 100 t/h, con una granulometría máxima de entrada de 500 mm, haciendo un "todo uno" con granulometría aproximada de 0-50 mm, incluso máquina para alimentación y máquina para retirada, acopios o carga sobre camión, quedando el material reciclado en propiedad del cliente, para una cantidad mínima de 1000 toneladas.			
O01OA080	1,000 h	Maquinista o conductor	18,25	18,25	
P35BZ010	1,000 u	Planta integral de machaqueo 100 t/h	858,37	858,37	
		Materiales			876,62
		Suma la partida.....			876,62
		Costes indirectos.....		10,00%	87,66
		TOTAL PARTIDA.....			964,28

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVECIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS

U20CR020	h	MACHAQUEO RESIDUOS DEMOLICIÓN PLANTA INTEGRAL 200 t/h			
		Machaqueo en obra de hormigón en masa o ligeramente armado limpio de impurezas, mediante grupo móvil de trituración de mandíbulas tipo Metso LT95 con tratamiento de 200 t/h, con una granulometría máxima de entrada de 500 mm, haciendo un "todo uno" con granulometría aproximada de 0-50 mm, incluso máquina para alimentación y máquina para retirada, acopios o carga sobre camión, quedando el material reciclado en propiedad del cliente, para una cantidad mínima de 1000 toneladas.			
O01OA080	1,000 h	Maquinista o conductor	18,25	18,25	
P35BZ020	1,000 h	Planta integral de machaqueo 200 t/h	1.689,30	1.689,30	
		Materiales			1.707,55
		Suma la partida.....			1.707,55
		Costes indirectos.....		10,00%	170,76
		TOTAL PARTIDA.....			1.878,31

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS

U20CR030	h	ALIMENTACIÓN A PLANTA MACHAQUEO			
		Alimentación de planta de machaqueo a pie obra de hormigón con máquina auxiliar.			
O01OA080	1,000 h	Maquinista o conductor	18,25	18,25	
M11V070	1,000 h	Maq.aux. alimentación a planta machaqueo	68,64	68,64	
		Materiales			86,89
		Suma la partida.....			86,89
		Costes indirectos.....		10,00%	8,69
		TOTAL PARTIDA.....			95,58

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

2.6.3. Carga y transporte RCD

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
U20CT010	m3	CARGA RCD EN SACOS MANO Carga de RCD en sacos y evacuación a una distancia máxima de 20 m, por medios manuales, sobre camión pequeño, contenedor o tubo de evacuación.			
O010A070	1,000 h	Peón ordinario	16,70	16,70	
		Materiales			16,70
		Suma la partida.....			16,70
		Costes indirectos.....		10,00%	1,67
		TOTAL PARTIDA.....			18,37

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

U20CT050	u	TRAN.PLAN.<50km.SACOS RCD 1,5m3 Servicio de entrega y recogida de saco de RCD de 1,5 m3 por transportista autorizado (por la			
Consejería de Medio		Ambiente de la Comunidad Autónoma correspondiente), colocado a pie de carga y considerando una			
distancia de		transporte al centro de reciclaje o de transferencia no superior a 50 km. No incluye alquiler del saco ni			
el canon de		la planta.			
M130510	1,000 u	Entreg. y recog. saco 1,5m3 50 km	28,96	28,96	
		Materiales			28,96
		Suma la partida.....			28,96
		Costes indirectos.....		10,00%	2,90
		TOTAL PARTIDA.....			31,86

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y UN EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

2.6.4. Contenedores

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
U20CO010	mes	ALQUILER CONTENEDOR RCD 4m3 Coste del alquiler de contenedor de 4 m3 de capacidad para RCD, sólo permitido éste tipo de residuo en el contenedor por el gestor de residuos no peligrosos (autorizado por la Consejería de Medio Ambiente).			
M130460	1,000 mes	Alq.contenedor RCD 4m3	275,00	275,00	
		Materiales			275,00
		Suma la partida.....			275,00
		Costes indirectos.....		10,00%	27,50
		TOTAL PARTIDA.....			302,50

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS DOS EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

2.6.5. Suministro áridos reciclados

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
U20CS010	t	SUM. ARENA DE MIGA REC. C/RETRO-PALA EX.			
		Suminito y carga de arena de miga reciclada procedente de planta de tratamiento de RCD's, sobre camión basculante, con retro-pala excavadora y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.			
M05RN020	0,100 h	Retrocargadora neumáticos 75 CV	32,96	3,30	
M07CB010	0,100 h	Camión basculante 4x2 10 t	31,72	3,17	
P01AR010	1,000 t	Arena de miga reciclada	4,96	4,96	
		Materiales			11,43
		Suma la partida			11,43
		Costes indirectos		10,00%	1,14

TOTAL PARTIDA..... 12,57

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

U20CS020	t	SUM. ZAHORRA 0-20 REC. C/RETRO-PALA EX.			
		Suminito y carga de zahorra 0-20 reciclada procedente de planta de tratamiento de RCD's, sobre camión bascu-			
		lante, con retro-pala excavadora y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.			
M05RN020	0,080 h	Retrocargadora neumáticos 75 CV	32,96	2,64	
M07CB010	0,080 h	Camión basculante 4x2 10 t	31,72	2,54	
P01AR020	1,000 t	Zahorra 0-20 reciclada	3,73	3,73	
		Materiales			8,91
		Suma la partida			8,91
		Costes indirectos		10,00%	0,89

TOTAL PARTIDA..... 9,80

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

U20CS030	t	SUM. ZAHORRA 0-40 REC. C/RETRO-PALA EX.			
		Suminito y carga de zahorra 0-40 reciclada procedente de planta de tratamiento de RCD's, sobre camión bascu-			
		lante, con retro-pala excavadora y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.			
M05RN020	0,070 h	Retrocargadora neumáticos 75 CV	32,96	2,31	
M07CB010	0,070 h	Camión basculante 4x2 10 t	31,72	2,22	
P01AR030	1,000 t	Zahorra 0-40 reciclada	4,61	4,61	
		Materiales			9,14
		Suma la partida			9,14
		Costes indirectos		10,00%	0,91

TOTAL PARTIDA..... 10,05

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con CINCO CÉNTIMOS

U20CS040	t	SUM. GRAVA 20-40 REC. C/RETRO-PALA EX.			
		Suminito y carga de grava 20-60 reciclada procedente de planta de tratamiento de RCD's, sobre camión basculante, con retro-pala excavadora y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.			
M05RN020	0,070 h	Retrocargadora neumáticos 75 CV	32,96	2,31	
M07CB010	0,070 h	Camión basculante 4x2 10 t	31,72	2,22	
P01AR040	1,000 t	Grava 20-40 reciclada	5,16	5,16	
		Materiales			9,69
		Suma la partida			9,69
		Costes indirectos		10,00%	0,97

TOTAL PARTIDA..... 10,66

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

Electrificación e incorporación de un sistema inteligente de gestión a un edificio singular

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
U20CS050	t	SUM. ZAHORRA 0-60 REC. C/RETRO-PALA EX.			
		Suministro y carga de zahorra 0-60 reciclada procedente de planta de tratamiento de RCD's, sobre camión basculante, con retro-pala excavadora y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.			
M05RN020	0,070 h	Retrocargadora neumáticos 75 CV	32,96	2,31	
M07CB010	0,070 h	Camión basculante 4x2 10 t	31,72	2,22	
P01AR050	1,000 t	Zahorra 0-60 reciclada	2,91	2,91	
		Materiales			7,44
		Suma la partida.....			7,44
		Costes indirectos.....		10,00%	0,74
		TOTAL PARTIDA.....			8,18

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

U20CS060	t	SUM. CERAM.-HORM. 0-40 REC. C/RETRO-PALA EX.			
		Suministro y carga de material cerámico-hormigón 0-40 reciclada procedente de planta de tratamiento de RCD's, sobre camión basculante, con retro-pala excavadora y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.			
M05RN020	0,060 h	Retrocargadora neumáticos 75 CV	32,96	1,98	
M07CB010	0,060 h	Camión basculante 4x2 10 t	31,72	1,90	
P01AR060	1,000 t	0-40 cerámico-hormigón reciclado	3,73	3,73	
		Materiales			7,61
		Suma la partida.....			7,61
		Costes indirectos.....		10,00%	0,76
		TOTAL PARTIDA.....			8,37

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

U20CS070	t	SUM. CERAM.-HORM. 20-40 REC. C/RETRO-PALA EX.			
		Suministro y carga de material cerámico-hormigón 20-40 reciclada procedente de planta de tratamiento de RCD's, sobre camión basculante, con retro-pala excavadora y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.			
M05RN020	0,070 h	Retrocargadora neumáticos 75 CV	32,96	2,31	
M07CB010	0,070 h	Camión basculante 4x2 10 t	31,72	2,22	
P01AR070	1,000 t	20-40 cerámico-hormigón reciclado	2,18	2,18	
		Materiales			6,71
		Suma la partida.....			6,71
		Costes indirectos.....		10,00%	0,67
		TOTAL PARTIDA.....			7,38

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

U20CS080	t	SUM. CERAM.-HORM. 40-80 REC. C/RETRO-PALA EX.			
		Suministro y carga de material cerámico-hormigón 40-80 reciclada procedente de planta de tratamiento de RCD's, sobre camión basculante, con retro-pala excavadora y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.			
M05RN020	0,050 h	Retrocargadora neumáticos 75 CV	32,96	1,65	
M07CB010	0,050 h	Camión basculante 4x2 10 t	31,72	1,59	
P01AR080	1,000 t	40-80 cerámico-hormigón reciclado	3,76	3,76	
		Materiales			7,00
		Suma la partida.....			7,00
		Costes indirectos.....		10,00%	0,70
		TOTAL PARTIDA.....			7,70

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

Electrificación e incorporación de un sistema inteligente de gestión a un edificio singular

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
U20CS090	t	SUM. MAT. RELLENO 0-6 REC. C/RETRO-PALA EX.			
		Suminitro y carga de material de relleno 0-6 reciclado procedente de planta de tratamiento de RCD's, sobre camión basculante, con retro-pala excavadora y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.			
M05RN020	0,090 h	Retrocargadora neumáticos 75 CV	32,96	2,97	
M07CB010	0,090 h	Camión basculante 4x2 10 t	31,72	2,85	
P01AR090	1,000 t	0-6 material para relleno reciclado	2,12	2,12	
		Materiales			7,94
		Suma la partida.....			7,94
		Costes indirectos.....		10,00%	0,79
		TOTAL PARTIDA.....			8,73

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS

U20CS100	t	SUM. GARBANCILLO 6-14 REC. C/RETRO-PALA EX.			
		Suminitro y carga de garbancillo 6-14 reciclado procedente de planta de tratamiento de RCD's, sobre camión bas-			
		culante, con retro-pala excavadora y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.			
M05RN020	0,080 h	Retrocargadora neumáticos 75 CV	32,96	2,64	
M07CB010	0,080 h	Camión basculante 4x2 10 t	31,72	2,54	
P01AR100	1,000 t	6-14 garbancillo reciclado	5,26	5,26	
		Materiales			10,44
		Suma la partida.....			10,44
		Costes indirectos.....		10,00%	1,04
		TOTAL PARTIDA.....			11,48

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

3. Presupuesto de ejecución material

3.1. Línea subterránea de media tensión

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
U09AL010	m RED M.T.ACERA 3(1x150) AI 18/30 kV Red eléctrica de media tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x150)Al. 12/20 kV., con aislamiento de dieléctrico seco, formados por: conductor de aluminio compacto de sección circular, pantalla sobre el conductor de mezcla semiconductora, aislamiento de etileno-propileno (EPR), pantalla sobre el aislamiento de mezcla semiconductora pelable no metálica asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre y cubierta termoplástica a base de poliolefina, en instalación subterránea bajo acera, en zanja de 60 cm. de ancho y 100 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 10 cm. de arena de río, montaje de cables conductores, relleno con una capa de 25 cm. de arena de río, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación apisonada con medios manuales en tongadas de 10 cm., colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera, incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero o planta de reciclaje de los productos sobrantes de la excavación y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.								
	Canalización	1	68,00			68,00			
							68,00	149,73	10.181,64
TOTAL CAPÍTULO 01 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.....									10.181,64

3.2. Centro de transformación

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
O01OB200	h Oficial 1ª electricista						10,00	20,94	209,40
O01OB210	h Oficial 2ª electricista						10,00	19,59	195,90
O01OB220	h Ayudante electricista						10,00	19,59	195,90
P15BA020	u Caseta C.T. hasta 1.000 KVA						1,00	8.756,02	8.756,02
P15BB010	u Celda línea E/S con SPT						2,00	2.754,28	5.508,56
P15BB020	u Celda sec. y remon. SPT						1,00	1.384,52	1.384,52
P15BB030	u Celda protección f. combinado SPT						1,00	3.733,87	3.733,87
P15BB040	u Celda medida 3TI+3TT						1,00	6.078,08	6.078,08
P15BC070	u Transf.baño aceite 630 KVA						1,00	13.801,91	13.801,91
P01DW090	m Pequeño material						1,00	1,49	1,49
TOTAL CAPÍTULO 02 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....									39.865,65

3.3. Línea subterránea de baja tensión

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
U09BCA030	m LÍN.SUBT.ACE.B.T.3x150+1x95 Al. Línea de distribución en baja tensión, desde el centro de transformación de la Cía. hasta abonados, enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3x150+1x95 mm ² Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, en instalación subterránea bajo acera, en zanja de dimensiones mínimas 45 cm. de ancho y 70 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 10 cm. de arena de río, montaje de cables conductores, relleno con una capa de 15 cm. de arena de río, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación de 25 cm. de espesor, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización, sin reposición de acera; incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero o planta de reciclaje de los productos sobrantes de la excavación, y pruebas de rigidez dieléctrica, instalada, transporte, montaje y conexionado. Acometida	1	120,00				120,00		
							120,00	37,71	4.525,20
U09BZ065	u ARQUETA PREFABRICADA PP REGISTRO 80x80x80 cm Arqueta para canalización eléctrica fabricada en polipropileno reforzado con o sin fondo, armada con perfiles ULF30603 y varillas roscadas de D 16mm, de medidas interiores 80x80x80 cm con tapa y marco de fundición incluidos, colocada sobre cama de arena de río de 10 cm de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral exterior. Arquetas A1 Arquetas A2	4 2				4,00 2,00			
							6,00	408,89	2.453,34
TOTAL CAPÍTULO 03 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN									6.978,54

3.4. Instalación interior

3.4.1.Planta baja

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E17CC010	m CIRCUITO MONOFÁSICO ILUMINACIÓN 10 A. Circuito iluminación realizado con tubo PVC corrugado M 20/gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm ² , aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase y neutro), incluido p.p. de cajas de registro y regletas de conexión.								
	C1	1	35,00				35,00		
	C2	1	35,00				35,00		
	C3	1	25,00				25,00		
	C4	1	25,00				25,00		
	C5	1	20,00				20,00		
	C6	1	15,00				15,00		
	C7	1	24,00				24,00		
	C8	1	16,00				16,00		
	C9	1	20,00				20,00		
	C10	1	40,00				40,00		
	C11	1	68,00				68,00		
	C12	1	35,00				35,00		
	C13	1	33,00				33,00		
	C14	1	31,00				31,00		
	C15	1	27,00				27,00		
	C16	1	38,00				38,00		
	C17	1	24,00				24,00		
	C18	1	14,00				14,00		
	C19	1	18,00				18,00		
	C20	1	19,00				19,00		
	C22	1	6,00				6,00		
	C26	1	35,00				35,00		
	C27	1	65,00				65,00		
	C34	1	24,00				24,00		
	C47	1	16,00				16,00		

Electrificación e incorporación de un sistema inteligente de gestión a un edificio singular

							708,00	8,21	5.812,68
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E17CDB080	m BANDEJA PVC 100x500 mm								
	Suministro y colocación de bandeja perforada de PVC. color gris de 100x500 mm. y 3 m. de longitud, sin separadores y con cubierta, con p.p. de accesorios y soportes; montada suspendida. Conforme al reglamento electrotécnico de baja tensión. Con protección contra impactos IPXX-(9), de material aislante y de reacción al fuego M1.								
	TS1	1	3,00			3,00			
	TS2	1	30,00			30,00			
	TS3	1	7,00			7,00			
	TS4	1	3,00			3,00			
	TS5	1	5,00			5,00			
	TS6	1	5,00			5,00			
	TS7	1	7,00			7,00			
	TS8	1	7,00			7,00			
	TS9	1	12,00			12,00			
	TS10	1	4,00			4,00			
	TS11	1	3,00			3,00			
	TS12	1	2,00			2,00			
							88,00	93,68	8.243,84
E17CT030	m CIRCUITO TRIFÁSICO ILUMINACIÓN 20 A.								
	Circuito de potencia para una intensidad máxima de 20 A. o una potencia de 10 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 4 mm2 de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo canaleta de PVC de 10x30 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.								
	c28	1	90,00			90,00			
	C29	1	90,00			90,00			
	C30	1	50,00			50,00			
	C31	1	45,00			45,00			
	C32	1	57,00			57,00			
	C33	1	69,00			69,00			
	C35	1	45,00			45,00			
	C44	1	16,00			16,00			
	C45	1	17,00			17,00			
	C50	1	6,00			6,00			
	C51	1	6,00			6,00			
							491,00	14,98	7.355,18
ASDF01	u APARAMENTA MONOFASICA								
	C2	1				1,00			
	C3	1				1,00			
	C4	1				1,00			
	C5	1				1,00			
	C6	1				1,00			
	C7	1				1,00			
	C8	1				1,00			
	C9	1				1,00			
	C10	1				1,00			
	C11	1				1,00			
	C12	1				1,00			
	C13	1				1,00			
	C14	1				1,00			
	C15	1				1,00			
	C16	1				1,00			
	C17	1				1,00			
	C18	1				1,00			
	C19	1				1,00			
	C20	1				1,00			
	C22	1				1,00			
	C26	1				1,00			
	C27	1				1,00			
	C34	1				1,00			
	C47	1				1,00			
	C37	1				1,00			
	C38	1				1,00			
	C39	1				1,00			
	C40	1				1,00			
	C41	1				1,00			
	C42	1				1,00			

Electrificación e incorporación de un sistema inteligente de gestión a un edificio singular

	C43	1				1,00			
	C46	1				1,00			
	C48	1				1,00			
	C49	1				1,00			
	C52	1				1,00			
	C53	1				1,00			
	C54	1				1,00			
							37,00	107,44	3.975,28
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E17CC0920	m CIRCUITO MONOFÁSICO POTENCIA 20 A. Circuito lavadora realizado con tubo PVC corrugado M 25/gp5, conductores de cobre rígido de 4 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.								
	C36	1	30,00			30,00			
	C37	1	10,00			10,00			
	C38	1	14,00			14,00			
	C39	1	14,00			14,00			
	C40	1	96,00			96,00			
	C41	1	20,00			20,00			
	C42	1	24,00			24,00			
	C43	1	15,00			15,00			
	C46	1	40,00			40,00			
	C48	1	11,00			11,00			
	C49	1	110,00			110,00			
	C52	1	20,00			20,00			
	C53	1	10,00			10,00			
	C54	1	8,00			8,00			
							422,00	14,16	5.975,52
ASDF02	U APARAMENTA TRIFÁSICA								
	C44	1	16,00			16,00			
	C45	1	17,00			17,00			
	C50	1	6,00			6,00			
	C51	1	6,00			6,00			
	C29	1				1,00			
	C30	1				1,00			
	C31	1				1,00			
	C32	1				1,00			
	C33	1				1,00			
	C35	1				1,00			
							51,00	175,00	8.925,00
ASDF03	u CUADROS								
	TS1	1				1,00			
	TS2	1				1,00			
	TS3	1				1,00			
	TS4	1				1,00			
	TS5	1				1,00			
	TS6	1				1,00			
	TS7	1				1,00			
	TS8	1				1,00			
	TS9	1				1,00			
	TS10	1				1,00			
	TS11	1				1,00			
	TS12	1				1,00			
							12,00	249,62	2.995,44
ASDF04	U ILUMINACIÓN PLANTA BAJA	1				1,00			
							1,00	18.052,20	18.052,20
TOTAL SUBCAPÍTULO 04A PLANTA BAJA.....									61.335,14

3.4.2.Planta tipo

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E17CC010	m CIRCUITO MONOFÁSICO ILUMINACIÓN 10 A. Circuito iluminación realizado con tubo PVC corrugado M 20/gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase y neutro), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.								
	C1	12					12,00		
	C2	12					12,00		
	C3	12					12,00		
	C4	12					12,00		
	C5	12					12,00		
	C6	12					12,00		
	C7	12					12,00		
	C8	12					12,00		
	C9	12					12,00		
	C11	12					12,00		
	C12	12					12,00		
	C13	12					12,00		
	C14	12					12,00		
	C15	12					12,00		
	C16	12					12,00		
	C17	12					12,00		
	C18	12					12,00		
	C19	12					12,00		
	C20	12					12,00		
	C21	12					12,00		
	C22	12					12,00		
	C23	12					12,00		
	C24	12					12,00		
	C25	12					12,00		
	C26	12					12,00		
	C27	13					13,00		
	C28	4					4,00		
								317,00	8,21
									2.602,57
E17CDB080	m BANDEJA PVC 100x500 mm Suministro y colocación de bandeja perforada de PVC. color gris de 100x500 mm. y 3 m. de longitud, sin separadores y con cubierta, con p.p. de accesorios y soportes; montada suspendida. Conforme al reglamento electrotécnico de baja tensión. Con protección contra impactos IPXX-(9), de material aislante y de reacción al fuego M1.								
	PLANTAN TIPO	1	140,00				140,00		
								140,00	93,68
									13.115,20
E17CC0920	m CIRCUITO MONOFÁSICO POTENCIA 20 A. Circuito lavadora realizado con tubo PVC corrugado M 25/gp5, conductores de cobre rígido de 4 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.								
	C29	1	35,00				35,00		
	C30	1	38,00				38,00		
	C31	1	44,00				44,00		
	C32	1	45,00				45,00		
	C33	1	52,00				52,00		
	C34	1	53,00				53,00		
	C35	1	60,00				60,00		
	C36	1	61,00				61,00		
	C37	1	93,00				93,00		
	C38	1	92,00				92,00		
	C39	1	85,00				85,00		
	C40	1	84,00				84,00		
	C41	1	77,00				77,00		
	C42	1	76,00				76,00		
	C43	1	69,00				69,00		
	C44	1	68,00				68,00		
	C45	1	72,00				72,00		
	C46	1	73,00				73,00		
	C47	1	80,00				80,00		
	C48	1	81,00				81,00		

Electrificación e incorporación de un sistema inteligente de gestión a un edificio singular

	C49	1	88,00			88,00			
	C50	1	89,00			89,00			
	C51	1	96,00			96,00			
	C52	1	96,00			96,00			
	C53	1	13,00			13,00			
							1.720,00	14,16	24.355,20
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
ASDF01	u APARAMENTA MONOFASICA								
	C29	1				1,00			
	C30	1				1,00			
	C31	1				1,00			
	C32	1				1,00			
	C33	1				1,00			
	C34	1				1,00			
	C35	1				1,00			
	C36	1				1,00			
	C37	1				1,00			
	C38	1				1,00			
	C39	1				1,00			
	C40	1				1,00			
	C41	1				1,00			
	C42	1				1,00			
	C43	1				1,00			
	C44	1				1,00			
	C45	1				1,00			
	C46	1				1,00			
	C47	1				1,00			
	C48	1				1,00			
	C49	1				1,00			
	C50	1				1,00			
	C51	1				1,00			
	C52	1				1,00			
	C53	1				1,00			
	C1	1				1,00			
	C2	1				1,00			
	C3	1				1,00			
	C4	1				1,00			
	C5	1				1,00			
	C6	1				1,00			
	C7	1				1,00			
	C8	1				1,00			
	C9	1				1,00			
	C11	1				1,00			
	C12	1				1,00			
	C13	1				1,00			
	C14	1				1,00			
	C15	1				1,00			
	C16	1				1,00			
	C17	1				1,00			
	C18	1				1,00			
	C19	1				1,00			
	C20	1				1,00			
	C21	1				1,00			
	C22	1				1,00			
	C23	1				1,00			
	C24	1				1,00			
	C25	1				1,00			
	C26	1				1,00			
	C27	1				1,00			
	C28	1				1,00			
							52,00	107,44	5.586,88
ASDF03	u CUADROS								
	ELECTRICIDAD	2				2,00			
	DOMÓTICA	1				1,00			

							3,00	249,62	748,86
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
ASDF04	U ILUMINACIÓN PLANTA BAJA	1				1,00			
							1,00	18.052,20	18.052,20
TOTAL SUBCAPÍTULO 04B PLANTA TIPO									193.382,73
TOTAL CAPÍTULO 04 INSTALACIÓN INTERIOR.....									254.717,87

3.5. Instalación domótica

3.5.1. Planta baja

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
D01	U FUENTE DE ALIMENTACIÓN								
	LINEA 1	1				1,00			
	LINEA 2	1				1,00			
	LINEA 3	1				1,00			
	LINEA 4	1				1,00			
	LINEA 5	1				1,00			
	LINEA 6	1				1,00			
	LINEA 7	1				1,00			
	LINES 8	1				1,00			
							8,00	531,86	4.254,88
D02	U ACOPLADOR AREA/LINEA								
	LINEA 1	1				1,00			
	LINEA 2	1				1,00			
	LINEA 3	1				1,00			
	LINEA 4	1				1,00			
	LINEA 5	1				1,00			
	LINEA 6	1				1,00			
	LINEA 7	1				1,00			
	LINES 8	1				1,00			
	Area 1	1				1,00			
	Area 0	1				1,00			
							10,00	117,16	1.171,60
D03	U ACTUADOR A/C								
	LINEA 1	1				1,00			
	LINEA 2	2				2,00			
	LINEA 3	1				1,00			
	LINEA 4								
	LINEA 5	1				1,00			
	LINEA 6	1				1,00			
	LINEA 7	1				1,00			
	LINES 8	2				2,00			
							9,00	328,36	2.955,24
D04	U ACTUADOR LUCES								
	LINEA 1	1				1,00			
	LINEA 2	2				2,00			
	LINEA 3	1				1,00			
	LINEA 4	1				1,00			
	LINEA 5	1				1,00			
	LINEA 6	1				1,00			
	LINEA 7	1				1,00			
	LINES 8	2				2,00			
							10,00	622,06	6.220,60

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
D05	U ACTUADOR PERSIANAS								
	LINEA 1								
	LINEA 2	1				1,00			
	LINEA 3								
	LINEA 4								
	LINEA 5								
	LINEA 6								
	LINEA 7								
	LINES 8								
							1,00	1.188,56	1.188,56
D06	U CONTROL LUCES								
	LINEA 1	2				2,00			
	LINEA 2	6				6,00			
	LINEA 3	2				2,00			
	LINEA 4	2				2,00			
	LINEA 5	1				1,00			
	LINEA 6	3				3,00			
	LINEA 7								
	LINES 8	2				2,00			
							18,00	79,21	1.425,78
D07	U CONTROL A/C								
	LINEA 1	1				1,00			
	LINEA 2	6				6,00			
	LINEA 3	1				1,00			
	LINEA 4								
	LINEA 5	1				1,00			
	LINEA 6	6				6,00			
	LINEA 7	1				1,00			
	LINES 8	1				1,00			
							17,00	314,61	5.348,37
D08	U CONTROL PERSIANAS								
	LINEA 1								
	LINEA 2	2				2,00			
	LINEA 3								
	LINEA 4								
	LINEA 5								
	LINEA 6								
	LINEA 7								
	LINES 8								
							2,00	79,21	158,42
D09	U SENSOR DE PRESENCIA								
	LINEA 1	2				2,00			
	LINEA 2	4				4,00			
	LINEA 3								
	LINEA 4	4				4,00			
	LINEA 5	3				3,00			
	LINEA 6	4				4,00			
	LINEA 7	4				4,00			
	LINES 8	2				2,00			
							23,00	293,54	6.751,42
D10	U SENSOR MAGNÉTICO								
	LINEA 1								
	LINEA 2	8				8,00			
	LINEA 3								
	LINEA 4								
	LINEA 5								
	LINEA 6								

	LINEA 7						8,00	178,76	1.430,08
	LINES 8								
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
D11	U OTROS OTROS	1				1,00			
							1,00	4.771,12	4.771,12
TOTAL SUBCAPÍTULO B01 PLANTA BAJA.....									35.676,07

3.5.2.Planta tipo

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
D01	U FUENTE DE ALIMENTACIÓN Linea	6				6,00			
							6,00	531,86	3.191,16
D02	U ACOPLADOR AREA/LINEA Area 0	1				1,00			
	Linea	6				6,00			
							7,00	117,16	820,12
D03	U ACTUADOR A/C Linea	6				6,00			
							6,00	328,36	1.970,16
D04	U ACTUADOR LUCES LINEA 1	6				6,00			
							6,00	622,06	3.732,36
D05	U ACTUADOR PERSIANAS LINEA 1	6				6,00			
							6,00	1.188,56	7.131,36
D06	U CONTROL LUCES HABITACIÓN	24				24,00			
							24,00	79,21	1.901,04
D07	U CONTROL A/C HABITACIÓN	24				24,00			
							24,00	314,61	7.550,64
D08	U CONTROL PERSIANAS HABITACIÓN	24				24,00			
							24,00	79,21	1.901,04
D09	U SENSOR DE PRESENCIA PASILLO	6				6,00			
							6,00	293,54	1.761,24
D10	U SENSOR MAGNÉTICO HABITACIÓN	48				48,00			
							48,00	178,76	8.580,48
TOTAL SUBCAPÍTULO B02 PLANTA TIPO									115.618,80
TOTAL CAPÍTULO 05 INSTALACIÓN DOMÓTICA									151.294,87

3.6. Residuos construcción y demolición (RCD)

3.6.1. Clasificación RCD

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
U20CC010	m3 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS Clasificación a pie de obra de residuos de construcción o demolición en fracciones según normativa vigente, con medios manuales.						1,00	16,53	16,53
TOTAL SUBCAPÍTULO U20CC CLASIFICACIÓN RCD									16,53

3.6.2. Reciclaje residuos demolición

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
U20CR010	h MACHAQUEO RESIDUOS DEMOLICIÓN PLANTA INTEGRAL 100 t/h Machaqueo en obra de hormigón en masa o ligeramente armado limpio de impurezas, mediante grupo móvil de trituración de mandíbulas tipo Metso LT95 con tratamiento de 100 t/h, con una granulometría máxima de entrada de 500 mm, haciendo un "todo uno" con granulometría aproximada de 0-50 mm, incluso máquina para alimentación y máquina para retirada, acopios o carga sobre camión, quedando el material reciclado en propiedad del cliente, para una cantidad mínima de 1000 toneladas.						0,01	964,28	9,64
U20CR020	h MACHAQUEO RESIDUOS DEMOLICIÓN PLANTA INTEGRAL 200 t/h Machaqueo en obra de hormigón en masa o ligeramente armado limpio de impurezas, mediante grupo móvil de trituración de mandíbulas tipo Metso LT95 con tratamiento de 200 t/h, con una granulometría máxima de entrada de 500 mm, haciendo un "todo uno" con granulometría aproximada de 0-50 mm, incluso máquina para alimentación y máquina para retirada, acopios o carga sobre camión, quedando el material reciclado en propiedad del cliente, para una cantidad mínima de 1000 toneladas.						0,01	1.878,31	18,78
U20CR030	h ALIMENTACIÓN A PLANTA MACHAQUEO Alimentación de planta de machaqueo a pie obra de hormigón con máquina auxiliar.						0,04	95,58	3,82
TOTAL SUBCAPÍTULO U20CR RECICLAJE RESIDUOS									32,24

3.6.3. Carga y transporte RCD

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
U20CT010	m3 CARGA RCD EN SACOS MANO Carga de RCD en sacos y evacuación a una distancia máxima de 20 m, por medios manuales, sobre camión pequeño, contenedor o tubo de evacuación.						3,00	18,37	55,11
U20CT050	u TRAN.PLAN.<50km.SACOS RCD 1,5m3 Servicio de entrega y recogida de saco de RCD de 1,5 m3 por transportista autorizado (por la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma correspondiente), colocado a pie de carga y considerando una distancia de transporte al centro de reciclaje o de transferencia no superior a 50 km. No incluye alquiler del saco ni el canon de la planta.						5,00	31,86	159,30
TOTAL SUBCAPÍTULO U20CT CARGA Y TRANSPORTE									214,41
RCD									

3.6.4. Contenedores

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
U20CO010	mes Coste del alquiler de contenedor de 4 m3 de capacidad para RCD, sólo permitido éste tipo de residuo en el contenedor por el gestor de residuos no peligrosos (autorizado por la Consejería de Medio Ambiente).								
							1,00	302,50	302,50
TOTAL SUBCAPÍTULO U20CO CONTENEDORES									302,50

3.6.5. Suministro áridos reciclados

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
U20CS010	t SUM. ARENA DE MIGA REC. C/RETRO-PALA EX. Suminito y carga de arena de miga reciclada procedente de planta de tratamiento de RCD's, sobre camión basculante, con retro-pala excavadora y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.								
							0,02	12,57	0,25
U20CS020	t SUM. ZAHORRA 0-20 REC. C/RETRO-PALA EX. Suminito y carga de zahorra 0-20 reciclada procedente de planta de tratamiento de RCD's, sobre camión basculante, con retro-pala excavadora y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.								
							0,03	9,80	0,29
U20CS030	t SUM. ZAHORRA 0-40 REC. C/RETRO-PALA EX. Suminito y carga de zahorra 0-40 reciclada procedente de planta de tratamiento de RCD's, sobre camión basculante, con retro-pala excavadora y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.								
							0,05	10,05	0,50
U20CS040	t SUM. GRAVA 20-40 REC. C/RETRO-PALA EX. Suminito y carga de grava 20-60 reciclada procedente de planta de tratamiento de RCD's, sobre camión basculante, con retro-pala excavadora y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.								
							0,02	10,66	0,21
U20CS050	t SUM. ZAHORRA 0-60 REC. C/RETRO-PALA EX. Suminito y carga de zahorra 0-60 reciclada procedente de planta de tratamiento de RCD's, sobre camión basculante, con retro-pala excavadora y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.								
							0,01	8,18	0,08
U20CS060	t SUM. CERAM.-HORM. 0-40 REC. C/RETRO-PALA EX. Suminito y carga de material cerámico-hormigón 0-40 reciclada procedente de planta de tratamiento de RCD's, sobre camión basculante, con retro-pala excavadora y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.								
							0,50	8,37	4,19
U20CS070	t SUM. CERAM.-HORM. 20-40 REC. C/RETRO-PALA EX. Suminito y carga de material cerámico-hormigón 20-40 reciclada procedente de planta de tratamiento de RCD's, sobre camión basculante, con retro-pala excavadora y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.								

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
							0,40	7,38	2,95
U20CS080	t SUM. CERAM.-HORM. 40-80 REC. C/RETRO-PALA EX. Suminitro y carga de material cerámico-hormigón 40-80 reciclada procedente de planta de tratamiento de RCD's, sobre camión basculante, con retro-pala excavadora y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.						0,40	7,70	3,08
U20CS090	t SUM. MAT. RELLENO 0-6 REC. C/RETRO-PALA EX. Suminitro y carga de material de relleno 0-6 reciclado procedente de planta de tratamiento de RCD's, sobre camión basculante, con retro-pala excavadora y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.						0,59	8,73	5,15
U20CS100	t SUM. GARBANCILLO 6-14 REC. C/RETRO-PALA EX. Suminitro y carga de garbancillo 6-14 reciclado procedente de planta de tratamiento de RCD's, sobre camión basculante, con retro-pala excavadora y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.						0,80	11,48	9,18
TOTAL SUBCAPÍTULO U20CS SUMINISTRO ÁRIDOS.....									25,88
TOTAL CAPÍTULO U20C RESIDUOS CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD).....									591,56
TOTAL.....									463.630,13

4. Resumen del Presupuesto

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN	10.181,64	2,20
02	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	39.865,65	8,60
03	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN	6.978,54	1,51
04	INSTALACIÓN INTERIOR.....	254.717,87	54,94
05	INSTALACIÓN DOMÓTICA.....	151.294,87	32,63
06	RESIDUOS CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD).....	591,56	0,13
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		463.630,13	
	10,00 % Gastos generales	46.363,01	
	6,00 % Beneficio industrial	27.817,81	
SUMA DE G.G. y B.I.		74.180,82	
	21,00 % I.V.A.....	112.940,30	
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN GENERAL		650.751,25	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SEISCIENTOS CINCUENTA MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS DE EURO

Jaén, Septiembre de 2017

Juan Manuel Rodríguez Torres

El alumno