

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE
ELCHE ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



"INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA
TENSIÓN EN BLOQUE DE VIVIENDAS Y
CONEXIÓN A CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN DIMENSIONADO"

TRABAJO FIN DE GRADO

Abril -2023

AUTOR: Javier Melgarejo Fabregat

DIRECTOR/ES: Miguel López García



RESUMEN

“Proyecto de instalación de Baja Tensión en bloque de viviendas y conexión a Centro de transformación dimensionado”

Este proyecto tiene como objetivos principales el cálculo y dimensionado de la instalación receptora de baja tensión de un bloque de viviendas con parking privado y zona exterior común además del dimensionado de un Centro de Transformación para dar servicio a las CGP a las que se conecta el edificio.

Este diseño y dimensionado se realiza para un edificio de uso privativo que se ubica en

Al tratarse de un edificio de nueva construcción, el diseño se ha realizado bajo el cumplimiento de la normativa establecida en el Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE) y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (en adelante REBT) además de las normativas municipales específicas.

Como objetivo secundario se ha realizado una propuesta de iluminación interior para cada tipo de vivienda con asignación de interruptores y la iluminación de zonas comunes y sótano aparcamiento. En este último se han ubicado además las luminarias de emergencia para señalar las rutas de evacuación en caso de incendio según establece el CTE-DB-SI-3



Tabla de Contenidos

| | |
|--|-----------|
| 1. MEMORIA..... | 6 |
| 1.1. INTRODUCCIÓN | 7 |
| 1.1.1. ANTECEDENTES. | 7 |
| 1.1.2. OBJETIVOS..... | 7 |
| 1.1.3. JUSTIFICACIÓN..... | 7 |
| 1.1.4. MOTIVACIÓN | 8 |
| 1.1.5. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES. | 8 |
| 1.1.6. REGLAMENTACIÓN Y NORMAS TÉCNICAS CONSIDERADAS..... | 8 |
| 1.1.7. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO..... | 10 |
| 1.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL EDIFICIO..... | 12 |
| 1.2.1. CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS. | 12 |
| 1.2.2. PROGRAMA DE NECESIDADES. | 17 |
| 1.2.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN RECEPTORA..... | 21 |
| 1.3. DIMENSIONADO DE CENTRO DE TRANSFORMACION DE ABONADO | 25 |
| 1.3.1. EMPLAZAMIENTO | 25 |
| 1.3.2. OBJETO DEL PROYECTO..... | 25 |
| 1.3.3. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES APLICADAS | 25 |
| 1.3.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CT | 27 |
| 1.3.5. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA | 27 |
| 1.3.6. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN..... | 28 |
| 1.3.7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA..... | 30 |
| 1.3.8. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA | 37 |
| 1.3.9. UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL..... | 37 |
| 1.3.10. PUESTA A TIERRA | 38 |
| 1.3.11. INSTALACIONES SECUNDARIAS | 39 |
| 1.3.12. LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS | 40 |
| 2. CÁLCULOS | 41 |
| 2.1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS. INSTALACIÓN ELÉCTRICA..... | 42 |
| 2.1.1. CRITERIOS APLICADOS Y BASES DE CALCULO..... | 42 |
| 2.1.2. CÁLCULOS..... | 46 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2. CÁLCULOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN..... | 50 |
| 2.2.1. INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN | 50 |
| 2.2.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN | 50 |
| 2.2.3. CORTOCIRCUITOS..... | 50 |
| 2.2.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO | 51 |
| 2.2.5. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS | 52 |
| 2.2.6. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT | 53 |
| 2.2.7. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN..... | 54 |
| 2.2.8. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS..... | 54 |
| 2.2.9. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA | 54 |
| 2.2.10. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO | 54 |
| 3. PLIEGO DE CONDICIONES | 62 |
| 3.1. PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA..... | 63 |
| 3.1.1. CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES EN LA INSTALACIÓN..... | 63 |
| 3.1.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES..... | 66 |
| 3.1.3. CONDICIONES DE SEGURIDAD, USO Y MANTENIMIENTO..... | 67 |
| 3.1.4. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN. AUTORIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN. 68 | |
| 3.1.5. LIBRO DE ÓRDENES..... | 68 |
| 3.2. PLIEGO DE CONDICIONES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN..... | 69 |
| 3.2.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES..... | 69 |
| 3.2.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES..... | 70 |
| 3.2.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS..... | 71 |
| 3.2.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD | 71 |
| 3.2.5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN | 71 |
| 3.2.6. LIBRO DE ÓRDENES..... | 72 |
| 4. PRESUPUESTO | 73 |
| 4.1. PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA..... | 74 |
| 4.2. PRESUPUESTO DEL CENTRO DE TRANSFORMACION..... | 77 |
| 4.2.1. PRESUPUESTO UNITARIO | 77 |
| 4.2.2. PRESUPUESTO TOTAL | 81 |
| 5. PLANOS..... | 83 |

| | |
|---|-----------|
| 5.1. PLANOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA..... | 84 |
| 5.1.1. LISTADO DE PLANOS..... | 84 |
| 5.1.2. JUEGO DE PLANOS | 84 |
| 5.2. PLANOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | 85 |
| 5.2.1. PLANO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | 85 |
| 6. LISTADO DE FIGURAS, TABLAS Y FUENTES DOCUMENTALES | 86 |
| 6.1. LISTADO DE FIGURAS..... | 87 |
| 6.2. LISTADO DE TABLAS..... | 87 |
| 6.3. FUENTES DOCUMENTALES | 88 |



ABREVIATURAS

| | |
|------|--|
| TFG | Trabajo final de grado. |
| CTE | Código técnico de la Edificación. |
| DB | Documento básico. |
| PVC | Policloruro de vinilo. |
| UNE | Asociación Española de Normalización. |
| REBT | Reglamento electrotécnico para baja tensión. |
| PCI | Protección contra incendios. |
| RITE | Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios. |
| RD | Real decreto. |
| CT | Centro de transformación. |
| LED | Light-emitting diode. |
| TT | Toma de tierra. |
| ITC | Instrucción técnica complementaria. |
| BT | Baja tensión. |
| AS | Alta seguridad. |
| SC | Cuadro de mando y protección secundario. |
| LGA | Línea general de alimentación. |
| DI | Derivación individual. |
| DIN | Instituto Alemán para la Normalización. |
| RITU | Recinto de instalaciones de telecomunicaciones único. |
| CE | Conformidad europea (Conformité Européene) |

1. MEMORIA



1.1. INTRODUCCIÓN

1.1.1. ANTECEDENTES.

Antes de comenzar, me gustaría agradecer a todas la personas que me han acompañado durante la obtención del Grado en Ingeniería eléctrica, a mis compañeros, profesores, familia y a mi tutor Miguel López por haber hecho esto posible.

Este proyecto surgió a colación de unas prácticas que realicé con la universidad en una empresa. En ella descubrí el sector de las instalaciones y comencé a orientar mi carrera profesional en esa dirección. El edificio sobre el que se asienta mi instalación se trata de un edificio ficticio, situado en la provincia Barcelona. El proyecto se realiza desde el centro de transformación (en adelante CT) hasta las tomas interiores de cada una de las viviendas siendo así un proyecto en el cual puedo desarrollar todos los conocimientos adquiridos en los cuatro años de grado.

1.1.2. OBJETIVOS

El proyecto expuesto a continuación se redacta con el objetivo de finalizar el Grado en Ingeniería eléctrica por parte del alumno que redacta y diseña el actual documento.

El proyecto tiene como objetivo principal el diseño y dimensionado de la instalación de baja tensión de un edificio residencial privado, partiendo desde la celda de media tensión de un centro de transformación que también ha sido calculado y diseñado en los apartados siguientes de este documento.

Como objetivo secundario del proyecto se ha diseñado una propuesta de iluminación con los interruptores que les dan servicio para el edificio, siendo esta particular para cada tipología de vivienda, las zonas comunes y el sótano aparcamiento. En el sótano aparcamiento se ha diseñado la instalación con los niveles lumínicos establecidos en la legislación y la señalización de emergencia para la evacuación del mismo

1.1.3. JUSTIFICACIÓN.

El presente documento demuestra los conocimientos y comprensión de los mismos por parte del alumno durante el período de formación universitaria.

El edificio se basa en un proyecto que se planteó como una urbanización de viviendas de lujo y que finalmente no fue llevado a cabo ni realizada la propuesta de ejecución debido a que se decidió construir otra tipología de vivienda en la ubicación original de este. Es por ello que considero la arquitectura del proyecto original como base para poder poner en practica todos los conocimientos adquiridos

1.1.4. MOTIVACIÓN

La motivación principal por parte del alumno para el desarrollo de este trabajo es completar su formación y de este modo finalizar el Grado en Ingeniería Eléctrica.

El dimensionado, cálculo y redacción del presente trabajo supone un reto para el alumno debido a las características especiales del edificio y le permite desarrollarse profesionalmente en el sector al cual quiere orientar su carrera laboral. Además, no solo permite desarrollar los conocimientos adquiridos a lo largo del Grado en ingeniería Eléctrica, sino que también deberá aprender a gestionar los tiempos de ejecución y a organizarse en la realización de cada una de las tareas que componen el proyecto

1.1.5. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES.

El emplazamiento donde vamos a ubicar este edificio, correspondería con el número 43 en la calle Comptes de Darnius, en la localidad de Vallromanes, Provincia de Barcelona, Cataluña. La urbanización se encuentra ubicada a 3km del núcleo central de Vallromanes y a 5 km de Montornés del Vallés.

Las coordenadas GPS expresada en grados - minutos - segundos del emplazamiento del edificio es: $41^{\circ} 32' 0.8''$ N, $2^{\circ} 16' 51.3''$ E y las del Centro de Transformación: $41^{\circ} 32' 0.7''$ N, $2^{\circ} 16' 53.5''$ E



Figura 1: Vista en planta de la ubicación del edificio y el centro de transformación [1]

1.1.6. REGLAMENTACIÓN Y NORMAS TÉCNICAS CONSIDERADAS.

1.1.6.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002).
- RD 1435/2002 (27/12/2002). Contratos adquisición energía y acceso en baja tensión.

- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre del 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- 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 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- 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 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.

- Ley 18/2008, de 23 de diciembre, de garantía y calidad del suministro Eléctrico de la Comunidad Autónoma de Cataluña.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)
- Código Técnico de la Edificación, DB- HR sobre Protección frente al ruido.
- Código Técnico de la Edificación, DB SU sobre Seguridad y Salud.
- Código Técnico de la Edificación, DB HE sobre Ahorro de energía.
- Reglamento (UE) 305/2011 de 9 de marzo de 2011 (CPR) , Reglamento del Parlamento Europeo que establece las condiciones armonizadas en toda la UE para la comercialización de productos de la construcción.

1.1.6.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

- 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 aprueban 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.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINISTERIO de 18 de septiembre de 2002.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.
- 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 (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- 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. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 Marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.
- Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- NTE-IEP. Norma tecnológica de 24-03-1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Normas UNE / IEC.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.

- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
- - Normas y recomendaciones de diseño del edificio:
- CEI 62271-202 UNE-EN 62271-202
- Centros de Transformación prefabricados.
- NBE-X
- Normas básicas de la edificación.
- - Normas y recomendaciones de diseño de aparataje eléctrica:
- CEI 62271-1 UNE-EN 62271-1
- Estipulaciones comunes para las normas de aparataje de Alta Tensión.
- CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X
- Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- CEI 62271-200 UNE-EN 62271-200
- Aparataje bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- CEI 62271-102 UNE-EN 62271-102
- Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- CEI 62271-103 UNE-EN 62271-103
- Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
- CEI 62271-105 UNE-EN 62271-105
- Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.
- - Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:
- CEI 60076-X
- Transformadores de Potencia.
- UNE 21428-1-1
- Transformadores de Potencia.
- Reglamento (UE) N° 548/2014 de la Comisión de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes (Ecodiseño)
- UNE 21428
- Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

1.1.7. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.

El edificio que nos ocupa, es un edificio de nueva construcción y se sitúa, por su tipología, en una zona residencial constituida por viviendas unifamiliares tipo chalet, con campo de golf y zona urbanizada.

La edificación se divide en dos bloques simétricos de núcleo vertical. Cada bloque se reparte en tres plantas: Planta Baja (P00), Planta Primera (P01) y Planta segunda (P02) siendo la cubierta transitable que posee el edificio zona privativa de las viviendas que se hallan en la P02. La superficie total construida es de 3.061m² repartidos en las diferentes plantas tal que: la Planta Baja tiene una superficie total construida de 848 m², la Planta Primera posee una superficie total construida de 818 m², la Planta segunda 690m² y la cubierta transitable posee una superficie de 587 m². Además, el edificio cuenta con diferentes cuerpos volados que suman una superficie total de 236m².

La entrada principal al edificios, situada en la planta baja, tiene orientación Noroeste ya que se efectúa por la parte posterior del edificio quedando así la fachada principal y las zonas ajardinadas orientadas hacia el Sureste con el objetivo de conseguir un mayor aprovechamiento de la luz natural y aumentando así la eficiencia energética de la vivienda.

La planta sótano aparcamiento cuenta con una superficie total de 1.390 m², que se reparten entre sus distintos usos: 1.139 m² aparcamientos y zonas de tránsito de vehículos y peatonales, 141 m² trasteros privados, 45 m² zonas comunes y 65 m² cuartos de instalaciones. El acceso a la planta sótano se realiza mediante las escaleras y ascensores situados en los accesos principales de cada uno de los bloques. Desde la planta sótano aparcamiento hay una salida directa a la zona exterior de la piscina comunitaria siendo esta salida también como vía de evacuación en caso de incendio.

Existen 6 tipologías de viviendas (y sus simétricas que se consideran el mismo tipo) y cabe destacar que un mismo modelo de vivienda puede tener superficies de terrazas diferentes por planta debido al retranqueo progresivo que sigue el edificio. Por tanto, siendo la escalera A simétrica de la escalera B, se pueden agrupar de la siguiente manera:

- Tipo A: Las viviendas 01 y 07, simétricas de las viviendas 06 y 12
- Tipo B: La vivienda 03, simétrica de la vivienda 04
- Tipo C: Las viviendas 02 y 08, simétrica sde las viviendas 05 y 11
- Tipo D: La vivienda 09, simétrica de la 10
- Tipo E: la vivienda 13, simétrica de la 16
- Tipo F: La vivienda 14, simétrica de la vivienda 15



Figura 2: Esquema del edificio y numeración de las viviendas [2]

1.1.7.1. USO DEL EDIFICIO.

El edificio y sus instalaciones de urbanización son considerados de uso exclusivo residencial privado en su modalidad plurifamiliar. Es por ello que la normativa eléctrica a aplicar en la instalación viene recogida en la ITC-BT-25

1.1.7.2. EDIFICACIONES COLINDANTES. ENTORNO DEL EDIFICIO.

La parcela seleccionada para el emplazamiento de la urbanización carece de edificaciones colindantes. Dispone a su alrededor de una amplia zona sin urbanizar, pero en este trabajo se ha tenido en cuenta la posibilidad de futuras edificaciones, es por ello que se han dimensionado dos CGP distintas para cada bloque y se ha situado el Centro de Transformación en una zona accesible para futuras construcciones o ampliaciones urbanísticas.

1.1.7.3. HORARIO DE APERTURA Y CIERRE DEL EDIFICIO.

Al tratarse de un edificio de uso exclusivo residencial privado no cuenta con un horario establecido de cierre, pero sí que existirá un horario específico para la piscina comunitaria que será de marzo a septiembre de 9:00h a 22:00h.

Las instalaciones de iluminación de urbanización y de zonas comunitarias serán controladas mediante sensores crepusculares y temporizadores que será la propiedad quien determine el horario de cada uno de ellos.

1.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL EDIFICIO

1.2.1. CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

La instalación eléctrica de Baja Tensión se calcula y dimensiona siguiendo las exigencias del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión RD 842/2002 de 2 de agosto de 2002, actualizado al RD 1053/2014 y a la norma UNE-HD 60.364-5-52, y las Instrucciones Técnicas Complementarias.

Debido al uso principal del edificio, considerado Residencial Privado, la instalación interior de las viviendas estará sujeta a las restricciones especificadas en la ITC-BT-25. Por otra parte, la existencia de piscinas tanto privadas con comunitaria nos exige el cumplimiento de la ITC- BT-31 "Piscinas y Fuentes" teniendo en cuenta los volúmenes de aplicación de los diferentes sistemas de protección que especifica el Reglamento.

Para el diseño de las instalaciones de enlace de la urbanización se han seguido las prescripciones especificadas en la ITC-BT-13, ITC-BT-14, ITC-BT-15, ITC-BT-16 e ITC-BT-17 del REBT.

El diseño de la instalación eléctrica de baja tensión contempla el dimensionado desde las dos CGP que se han calculado para dar suministro a cada uno de los bloques que componen la edificación hasta los circuitos interiores de cada tipo de vivienda. El dimensionado y cálculo llevado a cabo en este trabajo relativo a la edificación de nueva construcción es el siguiente:

- Cálculo de potencia instalada y potencia consumida tras la aplicación de coeficientes de simultaneidad en la edificación.
- Repartición de potencia y dimensionado de las CGP situadas en el muro exterior de la urbanización
- Dimensionado de las LGA que dan servicio a cada una de las centralizaciones de contadores
- Cálculo de los mecanismos de mando y protección en las instalaciones de enlace
- Dimensionado y trazado de las derivaciones individuales de sótano aparcamiento, servicios generales y viviendas.
- Cálculo y dimensionado de los mecanismos de mando y protección de las derivaciones individuales que componen la instalación
- Trazado de toma de tierra del edificio y piscina comunitaria
- Propuesta de iluminación exterior en urbanización
- Propuesta de iluminación y mecanismos en sótano aparcamiento con identificación de los interruptores y detectores a los cuales está sujeta la iluminación
- Cálculo de iluminación de emergencia en sótano aparcamiento siguiendo los trazados de evacuación recogido en el CTE-DB-SI
- Propuesta de iluminación, mecanismos y tomas para proyecto de telecomunicaciones en cada tipo de vivienda
- Cálculo de esquemas unifilares de la instalación de servicios generales, sótano aparcamiento y de las 3 modalidades de grado de electrificación elevada de viviendas
- Previsión y preinstalación de estación de recarga de vehículo eléctrico según la ITC-BT-52

1.2.1.1. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN. TENSIONES DE ALIMENTACIÓN

El suministro eléctrico del edificio proviene de un CT de abonado descrito y calculado en el Apartado 3 del presente documento.

La tensión de alimentación del edificio es de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro con una frecuencia de 50 Hz.

El esquema de conexión en el edificio será un esquema TT, en el cual tendremos una conexión del neutro directamente a tierra y las masas de la instalación estarán conectadas a una toma de tierra independiente de la toma de tierra de alimentación.

Las caídas de tensión máximas admisibles de nuestra instalación serán las siguientes:

- Línea General de Alimentación (LGA): 0,5%
- Derivación individual (DI): 1%
- Receptores de alumbrado: 3%
- Receptores de otros usos: 5%

Las caídas de tensión corresponden a las establecidas por la ITC-BT- 14 y la ITC-BT-15.

Existen varias consideraciones a tener en cuenta para el desarrollo del Capítulo 2 de este documento "Cálculos" debido a que el reglamento especifica que en una edificación con varias centralizaciones de contadores la caída de tensión máxima admisible es de 0,5%. En nuestro caso, a pesar de ser una única edificación, se han dimensionado dos CGP y dos LGA distintas para cada uno de los bloques que componen el edificio. Es por ello que a efectos de cálculo, se ha considerado como si la centralización de cada uno de los bloques fuese única y centralizada.

1.2.1.2. CLASIFICACIÓN.

Tal y como se ha expuesto anteriormente, el edificio está clasificado como: edificio Residencial Privado modalidad plurifamiliar por lo que el diseño de la instalación de la red de baja tensión debe cumplir con las especificaciones de la ITC-BT-25 del REBT.

1.2.1.3. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.

1.2.1.3.1. Tipos de conductores e identificación.

Las características de los conductores de la instalación se establecen según el apartado 6 de la ITC-BT-26 del REBT. Los conductores se instalarán de manera que reduzcan al máximo el riesgo de incendio.

Los conductores utilizados serán no propagadores de llama y con emisión de humos y opacidad reducida (tipología AS). Los dispositivos de protección contra incendio tales como la bomba del grupo PCI, la central de incendios, los detectores de humos, los dispositivos de alarma y los sistemas de extinción automática que se instalarán en la cocina, así como en el sótano aparcamiento, calificado como de clase I (emplazamiento peligroso, ITC-BT-29) contarán con conductores de alimentación de clase AS+ (alta seguridad y resistentes al fuego). Los cables destinados a alimentar circuitos de seguridad no autónomos deben tener un nivel de protección suficiente para mantener la alimentación eléctrica durante y después de un incendio tal y como especifica la Norma UNE-EN- 50200.

En la instalación se van a proyectar cables con resistencia a temperaturas de 70°C y 90°C en las instalaciones receptoras y para líneas generales, para líneas de cuadros secundarios y para los circuitos que den servicio a las máquinas con las potencias más elevadas.

Los conductores de las líneas generales de alimentación del edificio serán del tipo RZ1-AI(AS+) para asegurar el servicio en los sistemas de extinción de incendios aguas abajo.

Para las líneas de alimentación de los cuadros generales, los diferentes cuadros secundarios así como las conexiones en el interior de los cuadros de mando y protección y las máquinas de potencias elevadas se va a instalar cable de tipo RZ1-K (AS) 06/1kV. Para los circuitos de alimentación de los sistemas no autónomos mencionados anteriormente se instalará el cableado de tipo RZ1-K (AS+) 0.6/1kV para asegurar el servicio.

Por otra parte, para las instalaciones interiores de las viviendas y los circuitos receptores de iluminación de urbanización y equipos con un consumo de potencia menor se instalarán conductores de tipo H07Z1-K 450/750 V

Todos los cables descritos en este trabajo seguirán la diferenciación mediante el código de colores especificado en la ITC-BT-19 siendo el color azul para el conductor de neutro, marrón, gris y negro para los conductores de fase y verde-amarillo los conductores de protección.

Las secciones y tipología de cable se especifican en los esquemas unifilares de cada cuadro y subcuadro en el Capítulo 5 “Planos” de este trabajo

1.2.1.3.2. Canalizaciones fijas.

Existen diferentes tipos de instalaciones en el presente proyecto:

- Canalizaciones fijas de la LGA: transcurre en su tramo inicial enterrada bajo tubo no propagador de llama y resistencia al impacto 450N tal y como especifica la norma UNE-EN 50.086-2-4, por una zona común exterior del edificio hasta pinchar en el forjado superior de la planta sótano. Una vez en el interior del sótano, discurre suspendido en bandeja metálica, de acero galvanizado y con un nivel de protección IP4X con un trazado lo más rectilíneo posible y bajo tubo 4321 no propagador de llama con un nivel de resistencia a compresión 3 y que asegure la continuidad eléctrica según la norma UNE-EN 50.086-2-1. Las bandejas superficiales, al ser de acero galvanizado en caliente, se conectarán a la red equipotencial del edificio.
- Derivaciones individuales: trascurren desde la centralización de contadores de cada uno de los bloques de escalera bajo tubo no propagador de llama hasta el patinillo o canaladura de obra que comienza en el forjado superior de la planta sótano. Las especificaciones del patinillo serán aquellas recogidas en la norma UNE-EN 50.085, en la cual nos especifica que será no propagador de llama con nivel de protección mínimo IP4X y con un registro por cada planta, al que solo se podrá acceder mediante el uso de las herramientas del técnico competente. Cada derivación de vivienda transcurrirá por el falso techo de las zonas comunes desde su salida del patinillo hasta el cuadro general de cada vivienda.
- Los circuitos interiores de la vivienda que salen del cuadro general de la misma realizan su trazado por el falso techo y bajan hasta los puntos de consumo mediante la instalación de tubo flexible corrugado empotrado en pared.

Todas las canalizaciones y el modo de montaje e instalación de este trabajo están sujetas a las especificaciones técnicas recogidas en la ITC-BT-21 del REBT.

1.2.1.3.3. Alumbrados especiales. Luminarias de emergencia en sótano aparcamiento

El alumbrado de emergencia instalado en la planta sótano aparcamiento se realiza conforme a las especificaciones de la guía-BT-28, apartado 3.1.2 “Alumbrado ambiente o anti-pánico”.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1m. Este alumbrado debe poder funcionar cuando se produzca el fallo en la alimentación de la instalación, como mínimo durante 1 hora.

Se diseña un sistema alumbrado anti-pánico para poder realizar la evacuación segura en caso de incendio. Las luminarias seleccionadas deberán cumplir lo especificado en la ITC-BT-28. El alumbrado entrará en funcionamiento de manera automática en caso de fallo del alumbrado general. Las luminarias seleccionadas disponen de fuentes de alimentación autónomas que se recargan durante el funcionamiento normal de la instalación.

Los trazados de evacuación señalizados por el alumbrado anti-pánico han sido diseñados siguiendo las directrices del CTE-DB-SI en el que se especifica la señalización de todos los pasos de una zona a otra y la orientación que deben seguir las luminarias para que se produzca una evacuación lo más rápida y directa posible hacia las zonas exteriores del edificio (zonas seguras).

Las luminarias seleccionadas para el alumbrado anti-pánico son las siguientes:

- Luminarias de emergencia LED, con flujo luminoso de 200 lúmenes y 8W de consumo, tipología G5, 2 horas de autonomía y grado de protección IP42. La carcasa tiene unas dimensiones de 245x110x50 mm, de clase II y su tensión de alimentación se realiza mediante conexión monofásica de 230V con un tiempo aproximado de carga de 24h
- El segundo tipo de luminarias seleccionado para su colocación sobre las salidas de evacuación al exterior y por tanto con un flujo luminoso mayor sería: Luminarias de emergencia LED, con flujo luminoso de 350 lúmenes y 8W de consumo, tipología G5, 2 horas de autonomía y grado de protección IP42. La carcasa tiene unas dimensiones de 245x110x50 mm, de clase II y su tensión de alimentación se realiza mediante conexión monofásica de 230V con un tiempo aproximado de carga de 24h

Las luminarias se instalarán a una altura de 3,20 metros en los recorridos de evacuación y a 2,5 metros de altura en las puertas a través de las cuales se realiza evacuación.

1.2.1.3.4. Tomas de corriente.

Los dispositivos de tomas de corriente serán monofásicos de 16 amperios y para las tomas de fuerza de interior de vivienda serán monofásicos de 25 amperios. Las tomas destinadas a equipos trifásicos serán de 32 amperios.

Las bases de tomas de corriente monofásicas de 16 y 25 amperios para instalaciones interiores empotradas en pared serán de tipo Shucko con toma de tierra y dispondrán de un índice de protección IP20. Las tomas de corriente instaladas en el exterior, en cuartos técnicos o en estancias húmedas dispondrán de un grado de protección IP44 para cuartos de instalaciones y zonas húmedas e IP52 para tomas exteriores.

En las bases de toma de corriente trifásica se instalarán tomas con grado de protección mínimo IP44 ya que se sitúan en zonas con un alto índice de suciedad, polvo y humedad. Las tomas de corriente trifásicas dispondrán de 3P+N+TT.

Las tomas de corriente de la edificación se instalarán mediante el montaje empotrado en pared a excepción de las tomas pertenecientes a las salas de máquinas o cuartos técnicos en cuyo caso la instalación será superficial sobre pared.

En el interior de viviendas y siguiendo las prescripciones de la ITC-BT-25 Tabla 2 se han instalado las siguientes tomas de corriente y puntos de alumbrado:

| ASIGNACIÓN DE CIRCUITOS DE TC y PUNTOS DE ALUMBRADO EN PLANOS | | | | | |
|---|----------------|-----------|------------------|---------------|----------|
| Estancia | Sup. Útil (m2) | Circuitos | Mecanismo | Nº Min. | Nº Inst. |
| Salón-comedor-Cocina | 65,73 | C1, C6 | Puntos de luz | 1 | 6 |
| | | | Interruptor 10A | 1 | 6 |
| | | C2, C7 | Base 16 A 2p+T | 1 | 4 |
| | | C3 | Base 25 A 2p+T | 1 | 1 |
| | | C4.2 | Base 16 A 2p+T | 1 | 1 |
| Galería | 3,99 | C1 | Puntos de luz | 1 | 2 |
| | | | Interruptor 10A | 1 | 1 |
| | | C4.1 | Base 16 A 2p+T | 1 | 1 |
| | | C4.3 | Base 16 A 2p+T | 1 | 1 |
| | | C9 | Toma AA/CC | 1 | 1 |
| Dormitorio1 | 22,11 | C1, C6 | Puntos de luz | 1 | 8 |
| | | | Interruptor 10A | 1 | 7 |
| Dormitorio2 | 14,56 | C2, C7 | Base 16 A 2p+T | 3 | 6 |
| | | | C1, C6 | Puntos de luz | 1 |
| Dormitorio3 | 14,44 | C2, C7 | Interruptor 10A | 1 | 5 |
| | | | Base 16 A 2p+T | 3 | 6 |
| Baño1 | 3,00 | C1 | Puntos de luz | 1 | 4 |
| | | | Interruptor 10A | 1 | 3 |
| | | C5 | Base 16 A 2p+T | 1 | 3 |
| Baño2 | 3,00 | C1 | Toma calefacción | 1 | 1 |
| | | | Puntos de luz | 1 | 3 |
| | | C5 | Interruptor 10A | 1 | 2 |
| Baño3 | 3,00 | C5 | Base 16 A 2p+T | 1 | 1 |
| | | | Interruptor 10A | 1 | 2 |
| | | C8 | Toma calefacción | 1 | 1 |
| Aseo | 1,50 | C1 | Puntos de luz | 1 | 3 |
| | | | Interruptor 10A | 1 | 2 |
| | | C5 | Base 16 A 2p+T | 1 | 1 |
| Hall-distribuidor | -- | C1, C6 | Toma calefacción | 1 | 1 |
| | | | Punto de luz | 1 | 5 |
| | | C2, C7 | Interruptor | 1 | 2 |
| | | | Base 16 A 2p+T | 1 | 1 |

Tabla 1. Asignación de circuitos a TC y puntos de alumbrado en planos

1.2.1.3.5. Sistema de protección contra contactos indirectos.

El dimensionado de los dispositivos de protección se ha realizado mediante el software Cypelect y se especifica cada uno de los calibres de estos en los esquemas unifilares en el Capítulo V "Planos".

Los dispositivos de protección contra contactos indirectos son los encargados de proteger frente a la energización accidental de una masa metálica. Se produce por accidente o por un fallo una corriente de derivación que alcanza una masa metálica y este dispositivo es el encargado de detectar esa diferencia de corriente que se produce al restar a la corriente de nominal la derivada a la masa metálica y corta el suministro.

Los elementos de protección frente a contactos indirectos, mas conocidos como interruptores diferenciales, poseen una intensidad nominal que deberá ser igual o superior a la intensidad de los interruptores magnetotérmicos que protegen cada circuito de la instalación frente a sobrecargas y cortocircuitos. La sensibilidad de los interruptores diferenciales de los circuitos interiores de vivienda es de 30mA, pero cuando se proyectan instalación con intensidad superiores, la sensibilidad de estos puede llegar a ser de hasta 300mA en su cabecera. Todos los interruptores diferenciales empleados en este trabajo están sujetos a las especificaciones de la ITC-BT-24.

En los cuadros generales de protección de mancomunidad y servicios generales, así como en el subcuadro de protección de garaje y los cuadros específicos de protección de los cuartos de instalaciones solo se podrá acceder mediante una herramienta que estará en posesión del personal autorizado. Las envolventes de estos cuadros están sujetas a los establecido en las normas UNE-EN-60439-3 y UNE 20451, con un mínimo grado de protección, según la ITC-BT-17 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión , IP30 e IK07.

1.2.1.3.6. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos presentes en este trabajo serán de corte omnipolar y el poder de corte mínimo será de 4,5kA. Los polos de estos dispositivos corresponden con el numero de fases del circuito al que protegen y sus características de protección vienen especificados en los esquemas unifilares del Capítulo V "Planos" del presente documento y han sido establecidas dependiendo de las intensidades máximas admisibles de los conductores de cada circuito.

1.2.2. PROGRAMA DE NECESIDADES.

Para el cálculo de previsión de potencia de este trabajo, se han tenido en cuenta los consumos nominales de funcionamiento de los distintos receptores. Las potencias de los receptores son conocidas o vienen especificadas, en el caso de las viviendas, en la ITC-BT-25 del REBT. Aun así, el dimensionado de los circuitos y sus secciones se ha realizado en base a los consumos reales de cada circuito y aplicando Factores de Simultaneidad para evitar así el sobredimensionado de la instalación y la aparición de sobrecostes en el presupuesto.

Se han proyectado dos CGP, una para cada bloque y se ha hecho la repartición de potencia entre ambas teniendo en cuenta la potencia prevista en las instalaciones de Servicios Generales de la comunidad y la previsión de plazas de recarga de vehículos eléctricos que recoge la ITC-BT-52

1.2.2.1. POTENCIA ELÉCTRICA PREVISTA EN ALUMBRADO, FUERZA MOTRIZ Y OTROS USOS EN VIVIENDAS

La potencia eléctrica prevista para alumbrado, fuerza y otros usos se ha calculado dependiendo de los receptores instalados en cada vivienda, siendo así tres tipologías distintas de instalación con grado de electrificación elevado:

Tipo 1: Viviendas PB con piscina

| Circuito | P Instalada (kW) | P Demandada (kW) |
|------------------------------------|------------------|------------------|
| C1 Iluminación | 1.50 | 1.28 |
| C2 Frigorífico y TC | 3.45 | 3.45 |
| C3 Cocina y Horno | 5.75 | 3.68 |
| C4.1 Lavadora | 2.20 | 2.20 |
| C4.2 Lavavajillas | 3.45 | 2.20 |
| C4.3 Depósito ACS | 3.45 | 2.20 |
| C5 TC Baño y Cocina | 3.65 | 3.45 |
| C6 Iluminación | 1.00 | 0.50 |
| C7 TC Uso General | 3.65 | 3.00 |
| C8 Suelo Radiante y Toallero Elec. | 5.75 | 5.25 |
| C9 AA/CC y ACS | 5.75 | 3.64 |
| C10 Secadora | 3.45 | 1.30 |
| C11 Automatismos | 2.30 | 0.90 |
| C15 Bomba Piscina | 1.00 | 0.75 |

Tabla 2: Potencia prevista en viviendas PB

Tipo 2: Viviendas P01

| Circuito | P Instalada (kW) | P Demandada (kW) |
|------------------------------------|------------------|------------------|
| C1 Iluminación | 1.50 | 1.28 |
| C2 Frigorífico y TC | 3.45 | 3.45 |
| C3 Cocina y Horno | 5.75 | 3.68 |
| C4.1 Lavadora | 2.20 | 2.20 |
| C4.2 Lavavajillas | 3.45 | 2.20 |
| C4.3 Depósito ACS | 3.45 | 2.20 |
| C5 TC Baño y Cocina | 3.65 | 3.45 |
| C6 Iluminación | 1.00 | 0.50 |
| C7 TC Uso General | 3.65 | 3.00 |
| C8 Suelo Radiante y Toallero Elec. | 5.75 | 5.25 |
| C9 AA/CC y ACS | 5.75 | 3.64 |
| C10 Secadora | 3.45 | 1.30 |
| C11 Automatismos | 2.30 | 0.90 |

Tabla 3: Potencia prevista en viviendas P01

Tipo 3: Viviendas P02

| Circuito | P Instalada (kW) | P Demandada (kW) |
|------------------------------------|------------------|------------------|
| C1 Iluminación | 1.50 | 1.28 |
| C2 Frigorífico y TC | 3.45 | 3.45 |
| C3 Cocina y Horno | 5.75 | 3.68 |
| C4.1 Lavadora | 2.20 | 2.20 |
| C4.2 Lavavajillas | 3.45 | 2.20 |
| C4.3 Depósito ACS | 3.45 | 2.20 |
| C5 TC Baño y Cocina | 3.65 | 3.45 |
| C6 Iluminación | 1.00 | 0.50 |
| C7 TC Uso General | 3.65 | 3.00 |
| C8 Suelo Radiante y Toallero Elec. | 5.75 | 5.25 |
| C9 AA/CC y ACS | 5.75 | 3.64 |
| C10 Secadora | 3.45 | 1.30 |
| C11 Automatismos | 2.30 | 0.90 |
| C15 Bomba Piscina | 1.00 | 0.75 |
| C16 Montacargas | 1.00 | 1.00 |
| C17 Vinoteca | 0.50 | 0.50 |

Tabla 4: Potencia prevista en viviendas P02

1.2.2.2. POTENCIA TOTAL PREVISTA DE LA INSTALACIÓN.

A continuación, se muestra la previsión de potencia de los Servicios Generales, de Escalera y el total de cálculo de las viviendas los cuales se sumaran para la obtención de la previsión de cargas total del edificio. Cabe recalcar que la potencia de cálculo de las viviendas ha sido realizado asumiendo un grado de electrificación elevado normalizado de 9,2 kW y aplicando el coeficiente de previsión de cargas para edificaciones especificado en la ITC-BT-10.

| ESCALERA (x2) | FS | 1 |
|----------------------|---------------|-------|
| DENOMINACIÓN | POTENCIA (kW) | Trif. |
| Luminarias | 0,50 | |
| Ascensores "FASC" | 7,50 | * |
| Tomas servicio | 2,00 | |
| Alumbrado emergencia | 0,10 | |
| Video portero | 2,30 | |
| | 12,40 | |

Tabla 5: Previsión de potencia caja de Escalera

| SERVICIOS GENERALES | FS | 0,75 |
|------------------------------------|---------------|-------|
| DENOMINACIÓN | POTENCIA (kW) | Trif. |
| Luminaria sótano 1 Emergencia 1 | 1,00 | |
| Luminaria sótano 2 Emergencia 2 | 1,00 | |
| Luminaria sótano 3 Emergencia 3 | 1,00 | |
| Servicios mancomunidad | 2,00 | |
| Equipo de Bombeo | 3,00 | * |
| RITU | 1,00 | |
| Alumbrado exterior | 0,90 | |
| Subcuadro piscina | 2,00 | |
| Bomba PCI "F-PCI" | 7,00 | * |
| Ventilación vestíbulo | 3,00 | |
| Central PCI+CO | 0,25 | |
| | 16,61 | |

Tabla 6: Previsión de potencia SG

| PREVISIÓN DE CARGAS VIVIENDAS | | |
|-------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Nº Viv. | Grado electrif. (Kw) | Previsión Cargas (Kw) |
| 0 | 5,75 | 0,00 |
| 12,50 | 9,20 | 115,00 |
| | | 115,00 |

Tabla 7: Previsión de potencia total de viviendas con grado de electrificación elevado

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito y aplicando los Factores de Simultaneidad correspondientes obtenemos la potencia total prevista para el edificio :

| PREVISIÓN GENERAL | | | | |
|-------------------|------------|------------|-------|---------------|
| VIVIENDAS | ESCALERA A | ESCALERA B | S.G. | TOTAL |
| 115,00 | 12,40 | 12,40 | 16,61 | 156,41 |

Tabla 8: Previsión total de cargas del edificio

Hay que señalar que la potencia prevista para las CGP será mayor que la prevista en la edificación. Eso es debido a que en la previsión de cargas del edificio, no se ha tenido en cuenta la potencia consumida por las 3 plazas de aparcamiento con estación de recarga para vehículo eléctrico ya que, en este trabajo hacemos una preinstalación de circuito de recarga pero en realidad,

cada propietario de vivienda conectara su circuito de recarga de VE a su cuadro interior de vivienda mediante un esquema de doble borna y por tanto, la derivación individual de los servicios generales a los cuales esta conectado el sótano no debe ser dimensionada contando con esa potencia. Por otra parte, las líneas generales de alimentación si deben contemplar esta potencia ya que toda la potencia de la instalación debe ser suministrada por ellas y por tanto su dimensionamiento debe ser acorde a la potencia total que se va a proporcionar al edificio.

1.2.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN RECEPTORA.

En los siguientes apartados se va a detallar las características de la instalación receptora de Baja Tensión

1.2.3.1. INSTALACIONES DE ENLACE.

1.2.3.1.1. Caja general de protección/centro de transformación.

El edificio obtiene el suministro eléctrico de un centro de transformación de abonado dimensionado y detallado en el apartado 3 del presente documento.

Para el edificio y la protección de las dos LGA que dan suministro a los bloques que lo componen, se han previsto dos CGP y modo de conexión siguiendo el Esquema 10 detallado en la ITC.BT-13 del REBT. El panel de protección estará formado por tres portafusibles de tipo BUC, con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable y dispositivo de extinción de arco. Cada una de las tres fases estará protegida con fusibles tipo NH de cuchillas, de clase gG de 250^a, con indicador superior y un poder de corte de 20 kA.

1.2.3.1.2. Equipo de medida.

Se instalarán como equipos de medida del consumo de energía, dos centralizaciones de contadores ubicadas en armarios de contadores sujetos a la normativa especificada en el apartado 2.2.2 de la ITC-BT-16 del Rebt. Los armarios se sitúan en la planta sótano, en el cuarto de instalaciones eléctricas de cada uno de los bloques de escalera. En total el edificio cuenta con 16 contadores monofásicos destinados a la medición de consumo de cada una de las viviendas y 3 contadores trifásicos que miden el consumo de cada cuadro de escalera y el cuadro de Servicios Generales.

Estos equipos serán capaces de mostrar los valores de: energía activa total y parcial, energía reactiva total y parcial, potencias activa, reactiva y aparente, valores máximos de potencia activa media, potencia activa media, intensidad, tensión factor de potencia, tiempo de funcionamiento y frecuencia. Se instalarán mediante sujeción por carril DIN y deberá dejarse

Los dispositivos seleccionados para esta instalación serán de dos tipologías:

- Trifásicos de 400 V y su intensidad vendrá definida por la intensidad del interruptor magnetotérmico situado en la cabecera de cada circuito. Debido a las características de las instalaciones trifásicas del edificio los contadores de esta tipología serán de una intensidad nominal de 63A o 125A
- Monofásicos de 230V y cuya intensidad viene determinada por el magnetotérmico situado en la cabecera de cada circuito de vivienda, siendo este de 40A, el contador propuesto para esta instalación cumple con las normas IEC62053-21/23,

IEC62052-11, IEC62052-31 e IEC61557-12 y serán de conexión directa de manera que no necesitan fuentes de alimentación.



Figura 3: Contador monofásico para vivienda

1.2.3.1.3. Ubicación y características.

Las centralizaciones de contadores se ubicarán en el cuarto de instalaciones eléctricas de cada uno de los bloques de escalera en la planta sótano del edificio. Se realizan dos centralizaciones de contadores monofásicos en módulos con espacio para 12 contadores siendo utilizados 8 en cada uno.

Los módulos de contadores trifásicos albergan espacio para 6 contadores siendo utilizados en la centralización 1, dos huecos, para el contador del cuadro de escalera y el contador de servicios generales y en la centralización 2, se utilizará solamente un contador previsto para el cuadro de escalera.

1.2.3.2. INSTALACIONES RECEPTORAS FUERZA Y/O ALUMBRADO.

1.2.3.2.1. Cuadros generales y estructura de la instalación.

Los cuadros generales de mando y protección seleccionados para esta instalación cumplirán con los requisitos descritos en la ITC-BT-17 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. A continuación, se procede a la descripción de algunas de esas características mínimas y a la definición de los distintos cuadros que aparecen en el presente trabajo:

Características principales que todos los cuadros seleccionados poseen:

- Un interruptor general automático, de corte omnipolar que permita su accionamiento manual y que este dotado de dispositivos de protección
- Un interruptor diferencial general, que en nuestro caso específico, se han instalado interruptores diferenciales para agrupaciones de circuitos en el caso de las viviendas y en cada circuito del cuadro de servicios generales. Es por ello que podemos sustituir el diferencial general.
- Dispositivos de corte omnipolar, los cuales protegen a cada circuito de la instalación de sobrecargas y cortocircuitos
- Dispositivos de protección contra sobretensiones, según la ITC-BT-23

Estructura de la instalación Eléctrica de Baja Tensión:

Los cuadros de mando y protección de baja tensión recogidos en el presente documento se detallan en el apartado 4 "Planos", en la sección de "Esquemas Unifilares". Los cuadros de vivienda han sido definidos en el apartado 2.2.2 por lo que se van a definir los cuadros de servicios generales y escalera. Hay que tener en cuenta que en la instalación, se han recogido los receptores de mancomunidad y garaje en un mismo cuadro.

En la instalación se define el consumo de los subcuadros que hay aguas debajo de los principales, ya sean cuadros secundarios como el de piscina, que se detalla en el apartado de "Planos" o los subcuadros específicos que llevan integrados los equipos compactos instalados (grupo de PCI, Ascensores...)

| SERVICIOS GENERALES | | |
|------------------------------------|---------------|-------------|
| DENOMINACIÓN | POTENCIA (kW) | TENSION (V) |
| Luminaria sótano 1 Emergencia 1 | 1,00 | 230 |
| Luminaria sótano 2 Emergencia 2 | 1,00 | 230 |
| Luminaria sótano 3 Emergencia 3 | 1,00 | 230 |
| Servicios mancomunidad | 2,00 | 230 |
| Equipo de Bombeo | 3,00 | 400 |
| RITU | 1,00 | 230 |
| Alumbrado exterior | 0,90 | 230 |
| Subcuadro piscina | 2,00 | 230 |
| Bomba PCI "f-PCI" | 7,00 | 400 |
| Ventilación vestíbulo | 3,00 | 230 |
| Central PCI+CO | 0,25 | 230 |

Tabla 9: Consumos y tensión Cuadro Servicios Generales

| ESCALERA (x2) | | |
|----------------------|---------------|-------------|
| DENOMINACIÓN | POTENCIA (kW) | TENSION (V) |
| Luminarias | 0,50 | 230 |
| Ascensores "FASC" | 7,50 | 400 |
| Tomas servicio | 2,00 | 230 |
| Alumbrado emergencia | 0,10 | 230 |
| Video portero | 2,30 | 230 |

Tabla 10: Consumos y tensión Cuadro de Escalera

1.2.3.3. 1.8.3 PUESTA A TIERRA.

Se diseña una red de puesta a tierra siguiendo las prescripciones establecidas en la ITC-BT-18 con una resistencia de 15Ω . El diseño consiste en un anillo perimetral alrededor de la estructura del edificio. La línea de tierra se dispondrá en el fondo de la cimentación, sobre el hormigón de limpieza y unido mediante perrillos de cobre a las armaduras de elementos de cimentación en 3 puntos como mínimo. Las uniones entre cables y piquetas se realizarán con perrillo de cobre. Se dispondrá una arqueta de toma de tierra con su piqueta de cobre de 20mm de diámetro y longitud de 1,5m en cada uno de los cuartos de instalaciones eléctricas y en el fondo de los huecos del ascensor.

La piscina comunitaria dispondrá de su circuito de toma de tierra independiente al del edificio, con una arqueta de toma de tierra y paca enterrada en zona comunitaria pero cerrada para uso exclusivo de personal autorizado

1.2.3.4. RED EQUIPOTENCIAL.

Todos los elementos de la instalación que estén considerados masas metálicas se unirán a la red equipotencial diseñada para el edificio. La sección e instalación de los conductores deberá cumplir lo establecido en el apartado 8 del Rebt.

La red equipotencial se ha diseñado en base a la unión de las estructuras metálicas de los pilares que forman el edificio. Los conductores empleados para estas conexiones tendrán la mitad de sección que la del conductor de protección. Estos conductores seguirán el código de colores de protección de toma de tierra siendo esto amarillo-verde

1.3. DIMENSIONADO DE CENTRO DE TRANSFORMACION DE ABONADO

1.3.1. EMPLAZAMIENTO

El Centro se halla ubicado en Vallromanes, Barcelona y sus coordenadas geográficas son: 41° 32' 0,7" Norte y 2° 16' 53,5" Este

1.3.1.1. POTENCIA UNITARIA DE CADA TRANSFORMADOR Y POTENCIA TOTAL EN KVA

· Potencia del Transformador 1: 400 kVA

1.3.1.2. TIPO DE TRANSFORMADOR

· Refrigeración del transformador 1: aceite

1.3.1.3. VOLUMEN TOTAL EN LITROS DE DIELECTRICO

· Volumen de dieléctrico transformador 1: 310 l

· Volumen Total de Dieléctrico: 310 l

1.3.1.4. PRESUPUESTO TOTAL

· Presupuesto Total: 69.999,31 €

1.3.2. OBJETO DEL PROYECTO

Este proyecto tiene por objeto definir las características de un centro destinado al suministro de energía eléctrica, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo.

1.3.3. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES APLICADAS

Normas Generales

- **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 aprueban 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.
- **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión**. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
- **Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT**. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.
- **Autorización de Instalaciones Eléctricas**. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- **Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores**. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.

- **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 (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- **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. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- **Ley 24/2013** de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- **Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía**, Decreto de 12 Marzo de 1954 y **Real Decreto 1725/84** de 18 de Julio.
- **Real Decreto 2949/1982** de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- **NTE-IEP**. Norma tecnológica de 24-03-1973, para **Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra**.
- Normas **UNE / IEC**.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
 - Normas y recomendaciones de diseño del edificio:
- **CEI 62271-202** **UNE-EN 62271-202**
Centros de Transformación prefabricados.
- **NBE-X**
Normas básicas de la edificación.
 - Normas y recomendaciones de diseño de aparataje eléctrica:
- **CEI 62271-1** **UNE-EN 62271-1**
Estipulaciones comunes para las normas de aparataje de Alta Tensión.
- **CEI 61000-4-X** **UNE-EN 61000-4-X**
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- **CEI 62271-200** **UNE-EN 62271-200**
Aparataje bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- **CEI 62271-102** **UNE-EN 62271-102**
Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

- CEI 62271-103 UNE-EN 62271-103

Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

- CEI 62271-105 UNE-EN 62271-105

Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

- CEI 60076-X

Transformadores de Potencia.

- UNE 21428-1-1

Transformadores de Potencia.

- *Reglamento (UE) N° 548/2014 de la Comisión de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes (Ecodiseño)*

- UNE 21428

Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

1.3.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CT

El Centro de Transformación tipo compañía, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía e-distribución Catalunya a la tensión trifásica de 25 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son:

· **Sistema cgm.3:** Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

1.3.5. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400 V, con una potencia máxima simultánea de 174,24 kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 400 kVA.

1.3.6. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.3.6.1. OBRA CIVIL

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

1.3.6.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Edificio de Transformación: *pfu.4/30*

- Descripción

Los edificios **pfu** para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidadoso diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

- Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

- Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

- Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

- Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

- Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

- Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

- Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

- Características Detalladas

| | |
|---------------------------|--------------------|
| Nº de transformadores: | 1 |
| Nº reserva de celdas: | 2 |
| Tipo de ventilación: | Normal |
| Puertas de acceso peatón: | 1 puerta de acceso |

Dimensiones exteriores

| | |
|-----------------|----------|
| · Longitud: | 4460 mm |
| · Fondo: | 2380 mm |
| · Altura: | 3240 mm |
| · Altura vista: | 2780 mm |
| · Peso: | 13465 kg |

Dimensiones interiores

| | |
|-------------|---------|
| · Longitud: | 4280 mm |
| · Fondo: | 2200 mm |
| · Altura: | 2550 mm |

Dimensiones de la excavación

| | |
|----------------|---------|
| · Longitud: | 5260 mm |
| · Fondo: | 3180 mm |
| · Profundidad: | 560 mm |

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

1.3.7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.3.7.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 25 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 500 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 11,547 kA eficaces.

1.3.7.2. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación.

Celdas: *cgm.3-2lp*

Las celdas compactas 2lp del sistema cgm.3 están compuestas por 2 posiciones de línea y 1 posición de protección con fusibles, con las siguientes características:

Equipo para MT, integrado y totalmente compatible con las celdas modulares cgm.3, extensible "in situ" a izquierda y derecha. Sus embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL, denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). Incorpora 3 funciones por cada módulo en una única cuba llena de gas, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

- Base y Frente

La base está diseñada para soportar al resto de la celda, y facilitar y proteger mecánicamente la acometida de los cables de MT. La tapa que los protege es independiente para cada una de las tres funciones. El frente presenta el mímico unifilar del circuito principal y los ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, así como el dispositivo de señalización de presencia de tensión y la alarma sonora de prevención de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

La tapa frontal es común para las tres posiciones funcionales de la celda.

- Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda su vida útil, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, evita, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas o la aparamenta del Centro de Transformación.

a tierra y entre fases 70 kV
a la distancia de seccionamiento 80 kV

Impulso tipo rayo
a tierra y entre fases 170 kV
a la distancia de seccionamiento 195 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

1.3.7.3. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARAMENTA MT Y TRANSFORMADORES

E/S1,E/S2,PT1: *cgm.3-2lp*

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por varias posiciones con las siguientes características:

Las celdas compactas del sistema *cgm.3* son equipos compactos para MT, integrados y totalmente compatible con las variantes modulares del sistema.

La celda *cgm.3-2lp* está constituida por 3 funciones: 2 de línea o interruptor en carga y 1 de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida *ekorVPIS*, así como alarma sonora de prevención de puesta a tierra *ekorSAS*.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida *ekorVPIS*.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 630 A
- Intensidad asignada en las entradas/salidas: 630 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 21 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 52,5 kA
- Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)
a tierra y entre fases: 70 kV

Impulso tipo rayo
a tierra y entre fases (cresta): 170 kV

· Capacidad de cierre (cresta): 52,5 kA

· Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 630 A

· Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

· Ancho: 1316 mm
· Fondo: 1027 mm
· Alto: 1745 mm
· Peso: 421 kg

- Otras características constructivas

- Mando interruptor 1: Motorizado tipo BM
- Mando interruptor 2: Motorizado tipo BM
- Mando posición con fusibles: Manual de Acumulación tipo BR-A
- Intensidad fusibles:

Unidad de control: RGDAT

Transformador 1: *transforma aceite 36 kV*

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 25 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: +/- 2,5%, +/- 5%, +/- 10%
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4.5%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro

1.3.7.4. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), **addibo.urban** de **ORMAZABAL**, es un cuadro de distribución avanzado en baja tensión cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado en circuitos individuales.

Este modelo de cuadro cuenta con embarrado aislado, seccionamiento y conexión para grupo electrógeno, además de estar preparado para la medida de los parámetros eléctricos, tanto en la salida del transformador como en las salidas y fases del CBT, permitiendo la supervisión y control de BT. Esto, ayuda a tener una visión clara del estado de la red de BT que permita la gestión de activos:

- **Detección y predicción de problemas de forma rápida.**
- **Control de flujo de la energía, curva de carga y tensión.**
- **Mejora de la eficiencia de la red de baja.**

En la estructura se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares:

La acometida está compuesta por 4 barras verticales que tendrán como misión la conexión eléctrica entre los cables procedentes del transformador. Estas alimentan el seccionador de cabecera de cuatro polos (3P-N) y una intensidad asignada de 1600 A. El cuadro capta la medida de las tres intensidades de las fases de cabecera además de la de fuga.

La distribución se realiza mediante 4 barras horizontales o repartidoras, que tienen como misión el paso de la energía procedente de acometida para ser distribuida entre las diferentes salidas.

La unidad de acometida presenta un punto donde medir intensidades de corriente, aguas debajo de la función de seccionamiento.

- Zona de salidas:

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

El cuadro está preparado para incorporar los conjuntos de captación para la supervisión avanzada de cada una de las líneas de salida del cuadro de baja tensión.

- Características eléctricas:

| | |
|---|--------|
| · Tensión asignada en los embarrados: | 440 V |
| · Intensidad asignada en los embarrados: | 1600 A |
| · Nivel de aislamiento: | |
| Frecuencia industrial (1 min) a tierra: | 10 kV |
| y entre fases: | 2,5 kV |
| Impulso tipo rayo a tierra y entre fases: | 20 kV |

- Esquema

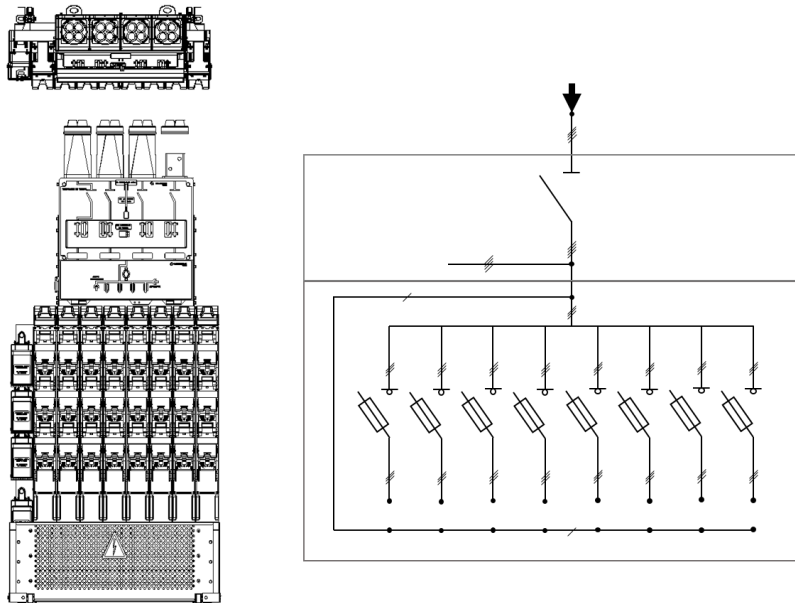


Figura 4: Cuadros BT - B2 Transformador 1: *addibo.urban Enel*

1.3.7.5. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN

El material varío del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Interconexiones de MT:

Puentes MT Transformador 1: *Cables MT 18/30 kV*

Cables MT 18/30 kV del tipo DH5Z1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 36 kV del tipo enchufable acodada y modelo M400LR.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 36 kV del tipo enchufable acodada y modelo M400LR.

Puentes M.T. Transformador 1:

Interconexión enchufable apantallada y no accesible de la función de protección de Media Tensión y de la función de transformador mediante conjuntos de unión unipolares de tensión nominal 36 kV ORMALINK de Ormazabal.

- Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformador 1: *Puentes transformador-cuadro*

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 6 x fase + 2 x neutro.

- Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: *Protección física transformador*

Protección metálica para defensa del transformador.

Cerradura enclavada con la celda de protección correspondiente.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: *Equipo de iluminación*

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

1.3.8. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

1.3.9. UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL

Unidad de Control: *RGDAT*

Equipo detector de paso de falta, instalado en celdas GSM001, con las siguientes características:

Funciones de protección

- Sobreintensidad de fase
- Sobreintensidad direccional de tierra
- Presencia de tensión

- 2 Transformadores de intensidad de fase
- 1 Transformador de intensidad homopolar

- 1 Manguera de interconexión con la UP

Unidad de Telecontrol: **CM-UP**

Armario sobrecelda tipo CM-UP (Ceiling-mounted indoor cabinet container) según norma GTRS001, conteniendo en su interior, debidamente montados y conexiónados, los siguientes aparatos y materiales:

- 1 Cargador-batería con las siguientes características técnicas:
 - Tensión de alimentación: 230Vca monofásica
 - Frecuencia: 50 Hz
 - Tensión nominal de salida: 24Vcc
 - Intensidad de salida: 5 A
 - Capacidad nominal: 25 Ah
 - Batería de Pb vida mínima de 10 años
- 1 Unidad Remota de Telemando; RTU tipo UE8 para el control de las celdas y conexión con el Puesto de control
- 1 Cajón de comunicaciones con bandeja extraíble, para la instalación de los elementos de comunicaciones

Las celdas incorporarán los siguientes equipos:

Celdas de línea norma GSM001:

- Soporte para detector de paso de falta RGDAT
- Enchufe para conexión del RGDAT, compatible con indicador de presencia de voltaje *ekor.ivds*
- Control de circuito auxiliar, con botones de apertura y cierre

Posición de fusibles norma GSM001:

- Cable de conexión con la UP, para la señalización de *Cerrado*

1.3.10. PUESTA A TIERRA

1.3.10.1.1. Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la

armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

1.3.10.1.2. Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

1.3.11. INSTALACIONES SECUNDARIAS

- Alumbrado

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

- Protección contra incendios

Según la MIE-RAT 14 en aquellas instalaciones con transformadores o aparatos cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de inflamación inferior a 300°C con un volumen unitario superior a 600 litros o que en conjunto sobrepasen los 2400 litros deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones, tal como el halón o CO₂.

Como en este caso ni el volumen unitario de cada transformador (ver apartado 1.1.6) ni el volumen total de dieléctrico, que es de 310 litros superan los valores establecidos por la norma, se incluirá un extintor de eficacia 89B. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

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

- Armario de primeros auxilios

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

- Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

1.3.12. LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS

De acuerdo al apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Mediante ensayo tipo se comprueba que los centros de transformación de Ormazabal especificados en este proyecto no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación, según el Real Decreto 1066/2001:

- Inferior a 100 μ T para el público en general
- Inferior a 500 μ T para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación)

Dicho ensayo tipo se realiza de acuerdo al Technical Report IEC/TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de transformación prefabricados de alta/baja tensión.

En el caso específico en el que los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

- a) Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán una disposición en triángulo y formando ternas.
- b) La red de baja tensión se diseñará igualmente con el criterio anterior.
- c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado de estos locales.

2. CÁLCULOS



2.1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

2.1.1. CRITERIOS APLICADOS Y BASES DE CALCULO

2.1.1.1. INTENSIDAD NOMINAL.

En el cálculo de las instalaciones se comprobará que las intensidades máximas de las líneas son inferiores a las admitidas por el Reglamento de Baja Tensión, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

Intensidad nominal en servicio monofásico:

$$I_n = \frac{P}{U_f}$$

Intensidad nominal en servicio trifásico:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_f \cdot \cos \varphi}$$

2.1.1.2. CAIDA DE TENSIÓN.

En circuitos interiores de la instalación, la caída de tensión no superará un porcentaje del 3% de la tensión nominal para circuitos de alumbrado y del 5% para el resto de circuitos, siendo admisible la compensación de caída de tensión junto con las correspondientes derivaciones individuales, de manera que conjuntamente no se supere un porcentaje del 4,5% de la tensión nominal para los circuitos de alumbrado y del 6,5% para el resto de circuitos.

Las fórmulas empleadas serán las siguientes:

$$\Delta U = R \cdot I \cdot \cos \varphi + X \cdot I \cdot \operatorname{sen} \varphi$$

Caída de tensión en monofásico: $\Delta U_I = 2 \cdot \Delta U$

Caída de tensión en trifásico: $\Delta U_{III} = \sqrt{3} \cdot \Delta U$

Con:

- I Intensidad calculada (A)
- R Resistencia de la línea (W), ver apartado (A)
- X Reactancia de la línea (W), ver apartado (C)
- j Ángulo correspondiente al factor de potencia de la carga;

A) RESISTENCIA DEL CONDUCTOR EN CORRIENTE ALTERNA

Si tenemos en cuenta que el valor de la resistencia de un cable se calcula como:

$$R = R_{tca} = R_{tcc} (1 + Y_s + Y_p) = c R_{tcc}$$

$$R_{tcc} = R_{20cc} [1 + \alpha(\theta - 20)]$$

$$R_{20cc} = \rho_{20} L / S$$

Con:

- R_{tcc} Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura q (W)
- R_{20cc} Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura de 20°C (W)
- Y_s Incremento de la resistencia debido al efecto piel;
- Y_p Incremento de la resistencia debido al efecto proximidad;
- α Coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en °C⁻¹
- q Temperatura máxima en servicio prevista en el cable (°C), ver apartado (B)
- ρ_{20} Resistividad del conductor a 20°C (W mm² / m)
- S Sección del conductor (mm²)
- L Longitud de la línea (m)

El efecto piel y el efecto proximidad son mucho más pronunciados en los conductores de gran sección. Su cálculo riguroso se detalla en la norma UNE 21144. No obstante y de forma aproximada para instalaciones de enlace e instalaciones interiores en baja tensión es factible suponer un incremento de resistencia inferior al 2% en alterna respecto del valor en continua.

$$c = (1 + Y_s + Y_p) \cong 1,02$$

B) TEMPERATURA ESTIMADA EN EL CONDUCTOR

Para calcular la temperatura máxima prevista en servicio de un cable se puede utilizar el siguiente razonamiento: su incremento de temperatura respecto de la temperatura ambiente T_0 (25°C para cables enterrados y 40°C para cables al aire), es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad. Por tanto:

$$T = T_0 + (T_{m\acute{a}x} - T_0) * (I / I_{m\acute{a}x})^2$$

Con:

- T Temperatura real estimada en el conductor ($^{\circ}\text{C}$)
- $T_{\text{máx}}$ Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento ($^{\circ}\text{C}$)
- T_0 Temperatura ambiente del conductor ($^{\circ}\text{C}$)
- I Intensidad prevista para el conductor (A)
- $I_{\text{máx}}$ Intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación (A)

C) REACTANCIA DEL CABLE (Según el criterio de la Guía-BT-Anexo 2)

La reactancia de los conductores varía con el diámetro y la separación entre conductores. En ausencia de datos se puede estimar la reactancia como un incremento adicional de la resistencia de acuerdo a la siguiente tabla:

| Sección | Reactancia inductiva (X) |
|---------------------------|--------------------------|
| $S \leq 120 \text{ mm}^2$ | $X \gg 0$ |
| $S = 150 \text{ mm}^2$ | $X \gg 0.15 R$ |
| $S = 185 \text{ mm}^2$ | $X \gg 0.20 R$ |
| $S = 240 \text{ mm}^2$ | $X \gg 0.25 R$ |

Tabla 11: Estimación de Reactancia en cable según sección

Para secciones menores de o iguales a 120 mm^2 , la contribución a la caída de tensión por efecto de la inductancia es despreciable frente al efecto de la resistencia

2.1.1.3. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito se ha empleado el software de cálculo Cypelect el cual sigue el método de cálculo, según el apartado 2.3 de la norma UNE-EN 60909-0, basado en la introducción de una fuente de tensión equivalente en el punto de cortocircuito. La fuente de tensión equivalente es la única tensión activa del sistema. Todas las redes de alimentación y máquinas síncronas y asíncronas son reemplazadas por sus impedancias internas.

En sistemas trifásicos de corriente alterna, el cálculo de los valores de las corrientes resultantes en cortocircuitos equilibrados y desequilibrados se simplifica por la utilización de las componentes simétricas.

Utilizando este método, las corrientes en cada conductor de fase se determinan por la superposición de las corrientes de los tres sistemas de componentes simétricas:

- Corriente de secuencia directa $I(1)$
- Corriente de secuencia inversa $I(2)$
- Corriente homopolar $I(0)$

Se evaluarán las corrientes de cortocircuito, tanto máximas como mínimas, en los puntos de la instalación donde se ubican las protecciones eléctricas.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, el sistema puede ser convertido por reducción de redes en una impedancia de cortocircuito equivalente Z_k en el punto de defecto.

Se tratan los siguientes tipos de cortocircuito:

- Cortocircuito trifásico;
- Cortocircuito bifásico;
- Cortocircuito bifásico a tierra;
- Cortocircuito monofásico a tierra.

La corriente de cortocircuito simétrica inicial $I_k'' = I_{k3}''$ teniendo en cuenta la fuente de tensión equivalente en el punto de defecto, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$I_k'' = \frac{cU_n}{\sqrt{3} \cdot Z_k}$$

Con:

| | |
|-------|---|
| c | Factor c de la tabla 1 de la norma UNE-EN 60909-0 |
| U_n | Tensión nominal fase-fase V |
| Z_k | Impedancia de cortocircuito equivalente mW |

CORTOCIRCUITO BIFÁSICO (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.2)

En el caso de un cortocircuito bifásico, la corriente de cortocircuito simétrica inicial es:

$$I_{k2}'' = \frac{cU_n}{|Z_{(1)} + Z_{(2)}|} = \frac{cU_n}{2 \cdot |Z_{(1)}|} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{k3}''$$

Durante la fase inicial del cortocircuito, la impedancia de secuencia inversa es aproximadamente igual a la impedancia de secuencia directa, independientemente de si el cortocircuito se produce en un punto próximo o alejado de un alternador. Por lo tanto, en la ecuación anterior es posible introducir $Z_{(2)} = Z_{(1)}$.

CORTOCIRCUITO BIFÁSICO A TIERRA (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.3)

La ecuación que conduce al cálculo de la corriente de cortocircuito simétrica inicial en el caso de un cortocircuito bifásico a tierra es:

$$I_{kE2E}'' = \frac{\sqrt{3} \cdot cU_n}{|Z_{(1)} + 2Z_{(0)}|}$$

CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO A TIERRA (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.4)

La corriente inicial del cortocircuito monofásico a tierra I''_{k1} , para un cortocircuito alejado de un alternador con $Z_{(2)} = Z_{(1)}$, se calcula mediante la expresión:

$$I''_{k1} = \frac{\sqrt{3} \cdot cU_n}{|2Z_{(1)} + Z_{(0)}|}$$

2.1.1.4. PROTECCIÓN CONTRA SOBREENSIDADES.

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBREENSIDADES TRANSITORIAS

Según ITC-BT-23, las instalaciones interiores se deben proteger contra sobretensiones transitorias siempre que la instalación no esté alimentada por una red de distribución subterránea en su totalidad, es decir, toda instalación que sea alimentada por algún tramo de línea de distribución aérea sin pantalla metálica unida a tierra en sus extremos deberá protegerse contra sobretensiones.

Los limitadores de sobretensión serán de clase C (tipo II) en los cuadros y, en el caso de que el edificio disponga de pararrayos, se añadirán limitadores de sobretensión de clase B (tipo I) en la centralización de contadores.

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBREENSIDADES PERMANENTES

La protección contra sobretensiones permanentes requiere un sistema de protección distinto del empleado en las sobretensiones transitorias. En vez de derivar a tierra para evitar el exceso de tensión, se necesita desconectar la instalación de la red eléctrica para evitar que la sobretensión llegue a los equipos.

El uso de la protección contra este tipo de sobretensiones es indispensable en áreas donde se puedan producir cortes continuos en el suministro de electricidad o donde existan fluctuaciones del valor de tensión suministrada por la compañía eléctrica.

En áreas donde se puedan producir cortes continuos en el suministro de electricidad o donde existan fluctuaciones del valor de tensión suministrada por la compañía eléctrica la instalación se protegerá contra sobretensiones permanentes, según se indica en el artículo 16.3 del REBT.

La protección consiste en una bobina asociada al interruptor automático que controla la tensión de la instalación y que, en caso de sobretensión permanente, provoca el disparo del interruptor asociado.

2.1.2. CÁLCULOS

Para el cálculo de los circuitos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

Caída de tensión:

- Circuitos interiores de la instalación:
 - 3%: para circuitos de alumbrado.
 - 5%: para el resto de circuitos.

Caída de tensión acumulada:

- Circuitos interiores de la instalación:
 - 4.5%: para circuitos de alumbrado.
 - 6.5%: para el resto de circuitos.

Para el cálculo de las derivaciones individuales y las líneas generales de alimentación se han tenido en cuenta los criterios de máxima caída de tensión e intensidad máxima admisible por el cable. Los porcentajes de c.d.t. empleados en el cálculo son los siguientes:

- DI contadores totalmente centralizados: 1%
- LGA contadores totalmente centralizados: 0.5%

Las formulas empleadas para el cálculo de la sección son las indicadas en REBT:

| CRITERIO | Monofásica | Trifásica |
|------------|---|--|
| POTENCIA | $S = \frac{2 * L * P}{C * e * U}$ | $S = \frac{L * P}{C * e * U}$ |
| INTENSIDAD | $S = \frac{2 * L * I * \cos\varphi}{C * e}$ | $S = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos\varphi}{C * e}$ |

Tabla 12: Fórmulas cálculo de Secciones

Leyenda:

S= Sección de los conductores en mm²

P= Potencia que transporta, en vatios

L= longitud de la línea en metros

e= caída de tensión, en voltios

C= conductividad, (m/Ω mm²) que será 48 para líneas de Cu y 30 para las de Al

U= tensión, en vatios

I= intensidad, en amperios

2.1.2.1. CÁLCULO DE SECCION DI

| CÁLCULO VIVIENDAS | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------|----------------|--------|--------------------|-------------------|---------------|------------|--------|----------------|---------------|
| VIVIENDA | POTENCIA (W) | LONGITUD | C.D.T.MAX EN % | I.M.A. | CONDUCTIVIDAD (CU) | SECCION CALCULADA | SECCION NORM. | cos Φ | C.D.T. | V _n | CABLE |
| DI4 | 9.200 | 22 | 0,01 | 40,15 | 48 | 15,94 | 16 | 1 | 2,29 | 230 | 2X16+TTX16 CU |
| DI5 | 9.200 | 21 | 0,01 | 42,06 | 48 | 15,22 | 16 | 1 | 2,19 | 230 | 2X16+TTX16 CU |
| DI6 | 9.200 | 22 | 0,01 | 40,15 | 48 | 15,94 | 16 | 1 | 2,29 | 230 | 2X16+TTX16 CU |
| DI10 | 9.200 | 26 | 0,01 | 53,08 | 48 | 18,84 | 25 | 1 | 1,73 | 230 | 2X25+TTX16 CU |
| DI11 | 9.200 | 23 | 0,01 | 60,00 | 48 | 16,67 | 25 | 1 | 1,53 | 230 | 2X25+TTX16 CU |
| DI12 | 9.200 | 24 | 0,01 | 57,50 | 48 | 17,39 | 25 | 1 | 1,60 | 230 | 2X25+TTX16 CU |
| DI15 | 9.200 | 28 | 0,01 | 49,29 | 48 | 20,29 | 25 | 1 | 1,87 | 230 | 2X25+TTX16 CU |
| DI16 | 9.200 | 26 | 0,01 | 53,08 | 48 | 18,84 | 25 | 1 | 1,73 | 230 | 2X25+TTX16 CU |

Tabla 13: Cálculo de secciones en DI de viviendas

| CÁLCULO SERVICIOS GENERALES | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------|----------|----------------|--------|--------------------|-------------------|---------------|------------|--------|----------------|--------------|
| CONCEPTO | POTENCIA (W) | LONGITUD | C.D.T.MAX EN % | I.M.A. | CONDUCTIVIDAD (CU) | SECCION CALCULADA | SECCION NORM. | cos Φ | C.D.T. | V _n | CABLE |
| DI-MANCOM. | 16.613 | 10 | 0,01 | 55,43 | 48 | 2,16 | 10 | 1 | 0,87 | 400 | 4X10+TTX10CU |
| DI-SG ESC-1 | 11.600 | 7 | 0,01 | 79,18 | 48 | 1,06 | 10 | 1 | 0,42 | 400 | 4X10+TTX10CU |
| DI-SG ESC-2 | 11.600 | 7 | 0,01 | 79,18 | 48 | 1,06 | 10 | 1 | 0,42 | 400 | 4X10+TTX10CU |

Tabla 14: Cálculo de sección en DI triásicas

2.1.2.2. CALCULO DE SECCIÓN DE LGA.

| CÁLCULO DE LÍNEAS GENERALES DE ALIMENTACIÓN | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|----------|----------------|--------|--------------------|-------------------|---------------|------|--------|----------------|---------|
| CONCEPTO | POTENCIA (W) | LONGITUD | C.D.T.MAX EN % | I.M.A. | CONDUCTIVIDAD (CU) | SECCION CALCULADA | SECCION NORM. | cosΦ | C.D.T. | V _n | CABLE |
| LGA-1 | 96.623 | 35 | 0,005 | 148,46 | 30 | 140,91 | 150 | 1 | 1,88 | 400 | 4x150AL |
| LGA-2 | 77.620 | 70 | 0,005 | 118,77 | 30 | 226,39 | 240 | 1 | 1,89 | 400 | 4x240AL |

Tabla 15: Cálculo de LGA

2.1.2.3. POTENCIA TOTAL PREVISTA Y REPARTO EN CGP.

Para el cálculo de potencia prevista se han empleado los criterios y coeficientes especificados en la ITC-BT-10. El calculo de potencia prevista para cada cuadro y los consumos específicos de los circuitos interiores han sido especificados en el Capítulo I “Memoria” de este trabajo. El reparto de la potencia total prevista para el edificio en la dos CGP dimensionadas es:

| POTENCIA ASIGNADA POR CGP | | | | | | | |
|---------------------------|---------|-----------|----------|---------|----------|---------|---------------|
| | Nº VIV. | POT. VIV. | PREV. VE | POT. VE | ESCALERA | MANCOM. | TOTAL |
| CGP1 | 8 | 9,20 | 1 | 3,86 | 1 | 1 | |
| | 6,25 | 57,5 | | 3,86 | 12,40 | 16,61 | 96,6225 |
| CGP2 | 8 | 9,2 | 2 | 3,86 | 1 | 0 | |
| | 6,25 | 57,5 | | 7,72 | 12,40 | 0 | 77,62 |
| | | | | | | | 174,24 |

Tabla 16: Potencia total prevista para el edificio y reparto en CGPs

2.2. CÁLCULOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

2.2.1. INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

donde:

| | |
|-------|----------------------------------|
| P | potencia del transformador [kVA] |
| U_p | tensión primaria [kV] |
| I_p | intensidad primaria [A] |

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 25 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA.

$$\cdot I_p = 9,238 \text{ A}$$

2.2.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

donde:

| | |
|-------|----------------------------------|
| P | potencia del transformador [kVA] |
| U_s | tensión en el secundario [kV] |
| I_s | intensidad en el secundario [A] |

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$\cdot I_s = 549,857 \text{ A.}$$

2.2.3. CORTOCIRCUITOS

2.2.3.1. OBSERVACIONES

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

2.2.3.2. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

donde:

| | |
|-----------|---|
| S_{cc} | potencia de cortocircuito de la red [MVA] |
| U_p | tensión de servicio [kV] |
| I_{ccp} | corriente de cortocircuito [kA] |

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s}$$

donde:

| | |
|-----------|--|
| P | potencia de transformador [kVA] |
| E_{cc} | tensión de cortocircuito del transformador [%] |
| U_s | tensión en el secundario [V] |
| I_{ccs} | corriente de cortocircuito [kA] |

2.2.3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 500 MVA y la tensión de servicio 25 kV, la intensidad de cortocircuito es :

$$\cdot I_{ccp} = 11,547 \text{ kA}$$

2.2.3.4. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4.5%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$\cdot I_{ccs} = 13,746 \text{ kA}$$

2.2.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

2.2.4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 630 A.

2.2.4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

$$\cdot I_{cc}(\text{din}) = 28,868 \text{ kA}$$

2.2.4.3. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA

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

$$\cdot I_{cc}(\text{ter}) = 11,547 \text{ kA.}$$

2.2.5. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 40 A.

Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

- Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4.

2.2.6. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar tanto la intensidad nominal como la de cortocircuito.

Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 9,238 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm² de Al según el fabricante.

-Comprobación de la intensidad de cortocircuito

El cálculo de la sección de cable que permite el paso de una corriente de cortocircuito viene dado por la siguiente expresión:

$$I_{cc}^2 \cdot t = C \cdot S^2 \cdot \Delta T$$

donde:

-I_{cc}: intensidad de cortocircuito eficaz [A]

-t: tiempo máximo de desconexión del elemento de protección [s] (0,3s para los fusibles y 0,65 s para el interruptor automático)

-C: constante del material del aislamiento que para el caso del cable descrito en Al tiene un valor de 57 y para el Cu de 135

-T: incremento de temperatura admisible por el paso de la intensidad de cortocircuito (160° C para este material de aislamiento) [°C]

La corriente de cortocircuito en esta instalación tiene un valor eficaz de 11,547 kA

2.2.7. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformadores de potencia unitaria hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

2.2.8. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

2.2.9. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

2.2.9.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

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

2.2.10. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo

dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

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

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d\max\text{ cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}}$$

donde:

- U_n Tensión de servicio [kV]
- R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- X_n Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- $I_{d\max\text{ cal.}}$ Intensidad máxima calculada [A]

La $I_{d\max}$ en este caso será, según la fórmula :

$$I_{d\max\text{ cal.}} = 577,354 \text{ A}$$

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$I_{d\max} = 500 \text{ A}$$

2.2.10.1. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

2.2.10.2. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 25 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro $R_n = 0 \text{ Ohm}$
- Reactancia del neutro $X_n = 25 \text{ Ohm}$
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 500 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

$$V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm m}$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

donde:

- I_d intensidad de falta a tierra [A]
- R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- V_{bt} tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde:

- U_n tensión de servicio [V]
- R_n resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- X_n reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- I_d intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 400 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 25 \text{ Ohm}$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o}$$

donde:

| | |
|-------|--|
| R_t | resistencia total de puesta a tierra [Ohm] |
| R_o | resistividad del terreno en [Ohm m] |
| K_r | coeficiente del electrodo |

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$\cdot K_r \leq 0,1667$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 50-25/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 5.0x2.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,097$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0221$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0483$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
 - En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

Como medida de seguridad adicional 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.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o$$

donde:

| | |
|--------|--|
| K_r | coeficiente del electrodo |
| R_o | resistividad del terreno en [Ohm m] |
| R'_t | resistencia total de puesta a tierra [Ohm] |

por lo que para el Centro de Transformación:

$$\cdot R'_t = 14,55 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula :

$$\cdot I'_d = 400 \text{ A}$$

2.2.10.3. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

donde:

| | |
|--------|--|
| R'_t | resistencia total de puesta a tierra [Ohm] |
| I'_d | intensidad de defecto [A] |
| V'_d | tensión de defecto [V] |

por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'_d = 5820 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d$$

donde:

| | |
|--------|-------------------------------------|
| K_c | coeficiente |
| R_o | resistividad del terreno en [Ohm m] |
| I'_d | intensidad de defecto [A] |
| V'_c | tensión de paso en el acceso [V] |

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V_c = 2.898 \text{ V}$$

2.2.10.4. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d$$

donde:

| | |
|--------|-------------------------------------|
| K_p | coeficiente |
| R_o | resistividad del terreno en [Ohm m] |
| I'_d | intensidad de defecto [A] |
| V'_p | tensión de paso en el exterior [V] |

por lo que, para este caso:

$$\cdot V'_p = 1326 \text{ V en el Centro de Transformación}$$

2.2.10.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

$$\cdot t = 0,2 \text{ s}$$

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_o}{1000} \right]$$

donde:

| | |
|----------|---|
| U_{ca} | valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta |
| R_o | resistividad del terreno en [Ohm m] |
| R_{a1} | Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm] |

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p = 31152 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot R_o + 3 \cdot R_o^r}{1000} \right]$$

donde:

- V_{ca} valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
- R_o resistividad del terreno en [Ohm m]
- R'_o resistividad del hormigón en [Ohm m]
- R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p(\text{acc}) = 76.296 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V_p = 1326 \text{ V} < V_p = 31152 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\cdot V_p(\text{acc}) = 2.898 \text{ V} < V_p(\text{acc}) = 76.296 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V_d = 5820 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$\cdot I_a = 100 \text{ A} < I_d = 400 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$$

2.2.10.6. INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

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

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

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

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

donde:

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

Para este Centro de Transformación:

$$\cdot D = 9,549 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 5/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,201$
- $K_c = 0,0392$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{\text{serv}} = K_r \cdot R_o = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

2.2.10.7. CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL

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

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

3. PLIEGO DE CONDICIONES



3.1. PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

3.1.1. CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES EN LA INSTALACIÓN.

Los materiales utilizados en este proyecto cumplen con la normativa establecida en el reglamento Electrotécnico para Baja Tensión 842/2002 de 2 de agosto de 2002 y con la respectiva normativa vigente.

Dichos materiales serán sometidos con anterioridad a la instalación a ensayos y pruebas necesarias, por personal autorizado para ello, para garantizar la calidad y seguridad de los mismos.

Una vez que los materiales sean certificados correctamente, se procederá a la instalación de los mismos con la seguridad necesaria.

3.1.1.1. MATERIALES

- CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Principalmente el material que se va a utilizar para el sistema de los conductores eléctricos será el cobre, debiendo ser aislados, tal y como refiere en la ITC-BT-19 del REBT.

Los conductores que componen el sistema eléctrico de la instalación serán de cobre unipolares de 450/750V y para líneas de potencia superior utilizaremos cobre flexible de 0,6/1kV. Estos dos materiales dispondrán de aislamiento no propagador de llama conforme a las Normas UNE 211002:2017. Por otro lado, como aislante también utilizaremos el de no propagador de incendios, en el caso de que se de la situación de una alimentación de líneas receptoras que alimenten dispositivos de protección contra incendios.

El material que utilizaremos para el aislamiento de líneas de potencia superior será la Poliolefina, libre de halógenos o de Polietileno Reticulado y serán flexibles de clase 5. La designación de éstos será RZ1-K (AS) y RZ1-K(AS+). Con respecto a los aislamientos de cobre unipolares utilizaremos el Policloruro de Vinilo, que serán conductores flexibles de clase 5 y la designación de éstos será H07Z1-K(AS).

En relación a las instalaciones interiores la sección del conductor será como mínimo igual a la de las fases tal y como se regula en el REBT.

Las cajas de empalme y/o derivación serán utilizadas para realizar las conexiones y/o derivaciones en su interior. Con respecto a la unión de los conductores mediante conexiones y/o derivaciones por arrollamiento o retorcimiento entre sí no será permitido.

Par el acoplamiento de los conductores a los bornes de conexión se retirará la envoltura imprescindible de los mismos. Para este procedimiento las conexiones deberán de realizarse en el interior de las cajas de derivación, debiendo tener en cuenta de que no se permite las conexiones en las que el conductor sobresale del borne.

Debemos asegurarnos de que la rigidez dieléctrica de la instalación cumple con los parámetros establecidos tal que, una vez desconectados los aparatos de utilización, pueda resistir durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1.000V$ a frecuencia industrial, siendo la tensión mínima 1.500V y U la tensión máxima de servicio expresada en voltios.

- CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.

Para los conductores de protección deberemos de atenernos a los criterios establecidos en la norma UNE-HD 60364-5-54-2015.

Cuando utilicemos diferentes sistemas de protección en instalaciones próximas, debemos de aplicar un conductor de protección distinto para cada uno de los sistemas.

En lo referente a la ITC-BT-19 del REBT, cuando los conductores activos se instalen dentro de una envolvente común, deberán presentar el mismo aislamiento que los demás conductores e incluirse dentro el conductor de protección.

- IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES AISLADOS.

La UNE 21089-1:2002 establece que el código de colores de los conductores, los cuales serán:

- Fases: Gris, negro y marrón.
- Neutro: azul.
- Protección: amarillo/verde (ITC-BT-19 del REBT).

- TUBOS PROTECTORES

Para su instalación cumpliremos lo establecido en el REBT y según normas UNE 60529:2018/A2:2018, UNE-EN 60423-2008, UNE-EN 61386-22:2005 y UNE-EN 61386-21:2005.

Nos regiremos a la ITC-21 del REBT con respecto a las características de las canalizaciones y condiciones y posición de éstos.

Las líneas que trazaremos en los circuitos se realizarán siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales que delimitan estancias de la vivienda.

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 sección de los tubos debe ser en todo momento continua, siendo posible únicamente realizar como máximo 3 curvas en ángulo recto.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislado.

Para el caso de que los tubos se deban de sujetar a las paredes o techos mediante abrazaderas no podrán superar entre ellas la distancia máxima de 0,80m.

Con respecto a la instalación de tubos en canalizaciones empotradas deberán de realizarse rozas de profundidad de diámetro igual al exterior del tubo, teniendo en cuenta un centímetro más para que pueda ser recubierto.

- CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN.

En el interior de las cajas de empalme y derivación se realizarán todas las conexiones entre conductores.

Con respecto al material de estas cajas, serán de plástico resistente al fuego o metálicas, seguridad necesaria para la instalación, teniendo también un aislamiento y protección interior contra la oxidación. Con relación a sus dimensiones, deberán de ser necesariamente amplias para poder establecer holgadamente todos los conductores que utilizemos. Cuya profundidad, con respecto al diámetro del tubo mayor será igual o mayor por 1.5, siendo la mínima no inferior a 40mm. El lateral de las cajas, siendo éstas rectangulares o circulares el diámetro no será inferior a 80 mm.

Cuando las entradas en las cajas de empalme y derivación para los tubos sean estancas, se podrá aplicar prensaestopas adecuados al material y al tamaño de la caja.

En cuanto a la unión de los conductores se realizará mediante el empleo de bornas de conexión, pero no se podrá realizar mediante retorcimiento o arrollamiento entre los propios conductores.

- CUADROS ELÉCTRICOS.

Su diseño se realizará cumpliendo la normativa del REBT.

La normativa dispone que deberán estar protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos los circuitos que salgan de los cuadros de mando y protección. La ITC-BT-24 dispone en lo referente a la protección contra contactos indirectos y a la protección a tierra contra corriente, que mediante la aplicación de interruptores diferenciales se podrá evitar los posibles riesgos.

Los cuadros de mando y protección trabajarán en servicio continuo y deberán de soportar las variaciones de tensión y frecuencia que se puedan producir, siendo el máximo un 5% del valor nominal del mismo.

Los aparatos de protección deberán de instalarse siguiendo las advertencias del fabricante, y con respecto al tamaño de los cuadros eléctricos de mando y protección, serán amplios, reservando espacio para futuras posibles ampliaciones, de tal manera que se puedan alojar sin dificultad todos los dispositivos en su interior. Las conexiones de su interior se cubrirán con la tapa del cuadro eléctrico. Y en el caso de cuadros de grandes dimensiones, los cableados se conectarán a través de unas bornas de conexión o embarrados.

Con respecto a la seguridad de los cuadros eléctricos, no deberán de tener partes en tensión al descubierto y de fácil accesibilidad, y los elementos no podrán superar la intensidad máxima establecida en la normativa.

Los interruptores magnetotérmicos, serán del mismo tamaño que la calculada en el proyecto. Cada cuadro eléctrico del proyecto dispondrá de un interruptor magnetotérmico general de corte omnipolar. Serán de accionamiento manual y tendrán indicados en el propio dispositivo las características técnicas, como: tensión, intensidad, tipo de curva, poder de corte, modelo y marca.

En los cuadros también aplicaremos interruptores diferenciales para la protección contra derivaciones a tierra y contactos indirectos, que serán conforme al trabajo.

Los circuitos que tengan la protección por un mismo diferencial deberán estar conectados a una misma tierra. Siendo su intensidad nominal igual o superior al interruptor magnetotérmico. En el dispositivo vendrán detalladas sus características, como: sensibilidad, intensidad nominal, tipo de curva, modelo y marca.

- MECANISMOS Y RECEPTORES.

Los mecanismos que utilizaremos en la instalación como los interruptores, conmutadores y detectores de presencia, serán los encargados de cortar la alimentación del circuito de alimentación

y abriendo o cerrando el circuito sin posibilidad de posición intermedia, serán capaces de impedir el arco eléctrico permanente.

- TOMA DE TIERRA.

La instalación de la toma de tierra se realizará en base a lo establecido en la ITC-BT-18 del REBT. Se instalará con conducto de cobre desnudo de 35mm².

La toma de tierra del centro de transformación y la puesta de tierra del edificio deberán de ser independientes, y con un mínimo de separación de 15m. El conductor de tierra deberá ir enterrado a una profundidad mínima de 0,5m.

La resistencia a tierra mínima deberá de ser de 10 Ω , se intentará reducir la resistencia de la puesta a tierra a inferior de 5 Ω . Se podrá colocar, en el conductor de tierra, picas de acero-cobre de 2m de longitud, y la unión de ambos se realizará mediante soldadura aluminotérmica o mediante grapas de conexión.

3.1.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Para la ejecución de la instalación, es muy importante que se siga las directrices y recomendaciones de los fabricantes de los materiales y mecanismos proyectados.

Para la instalación nos basaremos en la documentación aportada por el trabajador realizado.

Se deberá solicitar el permiso del director de obra cuando haya que realizar cambios en los planos o en las condiciones, así como si se realizara alguna sustitución de los aparatos aplicados como su oferta.

Los tubos que instalemos deberán de mantener una distancia de 20 cm respecto a los techos y se colocarán de forma horizontal al recorrido de los mismos.

Con respecto a las cajas de empalme y derivación, deben de tener un tamaño de 100x100 mm o de 80mm de diámetro, y en su interior se realizarán las conexiones de los conectores. Estas conexiones serán bien por el cambio de sección, de sentido o por enlaces con bornes de conexión. Se deberá de tener en cuenta que los conductores no podrán superar el 50% del espacio de las cajas.

La unión de los conductores se realizará aplicando bornes o regletas, con la posibilidad de utilizar bridas de conexión. Esta unión se debe realizar siempre en el interior de las cajas de empalme y derivación, y no estará permitido en un mismo borne de conexión más de tres conductores.

Los conductores descenderán a través de tuberías verticales desde las cajas de conexión y derivación para realizar la conexión a las cajas de mecanismos.

Si las cajas son utilizadas para toma de corriente estarán situadas a una distancia de 20cm del suelo como mínimo, mientras que las cajas de alumbrado o interruptores se situaran a una distancia de 110cm sobre el suelo.

Los circuitos de fuerza motriz y los que se utilizan para otro tipo de alumbrados deberán de llevar toma de corriente derivados a tierra.

Con respecto a los materiales, debido a la tensión que se va a utilizar, deben ser blindados y además llevaran detallada la tensión de servicio 400/230 V.

3.1.2.1. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

Por parte de la Dirección de Obra se podrán realizar las inspecciones que ésta considere necesarias, para la correcta instalación del trabajo, y las pruebas y ensayos con anterioridad a la utilización del material, para su correcta verificación y seguridad.

Las pruebas que se pueden realizar son tanto las pruebas parciales como las finales.

Con respecto a las pruebas parciales, el contratista será el encargado de aportar todos los medios técnicos y humanos necesarios. También levantará un acta donde quedará constancia de las pruebas realizadas, así como de sus resultados.

Por otro lado, las pruebas finales se deben realizar por el personal que determine la Dirección Facultativa. El plazo para su realización será de un mes anterior a la fecha de recepción de las obras.

La Dirección de Obra será la encargada de la interpretación de los resultados obtenidos de las pruebas y la validación de éstas. El resultado de las pruebas efectuadas deberá de indicarse en un documento, cuya estructura es la siguiente:

- **Croquis del sistema.**
- **Ensayado.**
- **Mediciones realizadas y comparación con las nominales.**
- **Hora y fecha de su realización.**
- **Incidencias o circunstancias que puedan afectar a la medición o a su desviación.**

Es de importancia destacar, que los organismos oficiales también pueden exigir la realización de una serie de pruebas, independientemente de las mínimas a realizar.

3.1.3. CONDICIONES DE SEGURIDAD, USO Y MANTENIMIENTO.

Se podrán realizar modificaciones, pero para ello, será necesaria la intervención del instalador autorizado o técnico competente.

Con respecto a la seguridad en la obra, en primer lugar, se realizarán comprobaciones periódicas de los dispositivos de prevención de riesgos, como los instalados contra contactos directos, cortocircuitos... También se realizarán comprobaciones con respecto a la correcta instalación de las conexiones y continuidad de las líneas.

Hay que destacar que será necesaria la comprobación de la resistencia del terreno, puesto que no debe sobrepasar el valor prefijado.

Con relación al mantenimiento, con anterioridad y durante la construcción, se debe asegurar la conservación de los dispositivos, materiales y equipos. Para la correcta conservación, la empresa instaladora adquirirá temporalmente un local, una caseta prefabricada o almacén, para poder custodiarlos en su interior y prevenir cualquier riesgo.

En el caso de que dichos materiales, dispositivos o equipos deban de almacenarse en el exterior, deberán de ser cubiertos con un embalaje especial.

En el momento de la instalación, se debe asegurar la limpieza de ciertos materiales, e incluso enlucir huecos o patinillos y seguidamente limpiarlos para su posterior instalación.

Tras la finalización de los trabajos, por parte del subcontratista se procederá a la limpieza general y a retirar los elementos provisionalmente montados o cualquier otro que ya no sea de necesaria utilización.

En el caso de que los materiales y equipos sufran algún tipo de desperfecto, el contratista se hará cargo de los daños causados.

3.1.4. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN. AUTORIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN.

Antes de finalizar las obras y de realizar las pruebas finales, la Dirección de Obra debe supervisar la correspondiente documentación y posteriormente es presentada por el contratista.

Dicha documentación necesaria es la siguiente:

- **Original y copia del manual de instrucciones.**
- **Esquemas unifilares y de control.**
- **El proyecto actualizado de la instalación (original y copia)**
- **Documentación acreditativa de inscripción de las instalaciones en los organismos oficiales correspondientes.**

Una vez llevadas a cabo las pruebas finales y se hayan corregido los errores que se hubieran detectado, se procederá a la fijación de una fecha para la recepción provisional de las obras. Es en ese momento cuando el contratista debe hacer entrega de toda la documentación que debe aportar, de los resultados finales y del libro oficial de mantenimiento de la instalación.

Si el director de Obra entiende que la recepción está en condiciones de ser recibida, procederá a emitir la correspondiente acta de recepción provisional. Si se hubieran detectado defectos, y no son trascendentes, el director podrá recibir la ejecución de la obra.

Posteriormente se firmará el acta de recepción provisional y comenzará el periodo de garantía establecido en el contrato. Cuando transcurra dicho periodo, y se hayan subsanado los defectos existentes en el mismo, el contratista notificará a la propiedad con 15 días de antelación al vencimiento de éste.

Finalmente, si no se objeta ningún punto pendiente de subsanar, se procederá a emitir el acta de recepción definitiva de la obra.

3.1.5. LIBRO DE ÓRDENES.

La Dirección de Obra cumplimentará un Libro de Órdenes y asistencias, siendo obligatorio en toda obra de edificación, para el buen desarrollo de la obra e instalaciones, cuyo contenido deja constancia de las notas, cualquier cambio o nueva decisión relativa a la obra, observaciones, etc.

Acompañado de todo ello, vendrá la firma del Director de la obra y del receptor de la información.

3.2. PLIEGO DE CONDICIONES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.2.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

3.2.1.1. OBRA CIVIL

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

3.2.1.2. APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

3.2.1.3. TRANSFORMADORES DE POTENCIA

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

3.2.1.4. EQUIPOS DE MEDIDA

Al tratarse de un Centro para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras debe estar debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se deben realizar en el siguiente orden: primero se conecta el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conecta la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio

Estas maniobras se deben ejecutar en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se deben tomar las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consiste en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas CGM.3 de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

3.2.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

3.2.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

3.2.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

3.2.5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos público competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
 - Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
 - Conformidad por parte de la compañía suministradora.

3.2.6. LIBRO DE ÓRDENES

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.



4. PRESUPUESTO



4.1. PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Para el presupuesto de la instalación de Baja tensión se ha tenido en cuenta las luminarias grafiadas en plano a modo de propuesta, por lo que en caso de variación de tipo de luminaria, número de unidades o método de instalación el presupuesto variaría.

Proyecto: TRABAJO FIN DE GRADO .INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION EN 16 APARTAMENTOS, TRASTEROS Y GARAJE Y PISCINAS Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Resumen de presupuesto

| Capítulo | Importe (€) |
|--|------------------|
| 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y TRABAJOS PREVIOS | |
| 1.1 Actuaciones previas y Acometidas . | 341,56 |
| 1.2 Acondicionamiento del terreno . | 16.655,13 |
| Total 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y TRABAJOS PREVIOS: | 16.996,69 |
| 2 ELECTRICIDAD | |
| 2.1 INSTALACIÓN DE TOMA DE TIERRA . | 1.433,88 |
| 2.2 CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN . | 740,60 |
| 2.3 LINEAS DE ALIMENTACION . | 4.038,00 |
| 2.4 CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES . | 2.160,74 |
| 2.5 DERIVACIONES INDIVIDUALES . | 4.605,88 |
| 2.6 CUADROS . | 1.928,16 |
| 2.7 LINEAS Y PUNTOS DE LUZ . | 9.866,78 |



| | |
|-------------------------------------|-------------------|
| 2.8 INSTALACIÓN INTERIOR VIVIENDA . | 258.993,85 |
| 2.9 LUMINARIAS . | 109.538,92 |
| 2.10 VEHÍCULO ELÉCTRICO . | 197,60 |
| Total 2 ELECTRICIDAD: | 393.504,41 |

3 SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

| | |
|---|------------------|
| 3.1 Protecciones Personales . | 13.900,05 |
| 3.2 Protecciones Colectivas . | 10.356,32 |
| 3.3 Señalización . | 1.300,40 |
| 3.4 Formación y Vigilancia . | 3.049,60 |
| 3.5 Medicina Preventiva y Primeros Auxilios . | 122,62 |
| 3.6 Medidas de Seguridad contra COVID-19 . | 3.779,36 |
| 3.7 Seguimiento, higiene y bienestar . | 1.789,34 |
| Total 3 SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO: | 34.297,69 |

| | |
|--|-------------------|
| Presupuesto de ejecución material (PEM) | 444.798,79 |
| 13% de gastos generales | 57.823,84 |
| 6% de beneficio industrial | 26.687,93 |
| Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI) | 529.310,56 |



Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de QUINIENTOS VEINTINUEVE MIL TRESCIENTOS DIEZ EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS.



4.2. PRESUPUESTO DEL CENTRO DE TRANSFORMACION

4.2.1. PRESUPUESTO UNITARIO

4.2.1.1. OBRA CIVIL

Edificio de Transformación: **pfu.4/30**

Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo pfu.4/30, de dimensiones generales aproximadas 4460 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3240 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.

| | |
|-----------------|----------------|
| 13.000, 00 € | 13.000,00 € |
|-----------------|----------------|

Total importe obra civil

| |
|-----------------|
| 13.000 ,00 € |
|-----------------|

4.2.1.2. EQUIPO DE MT

E/S1,E/S2,PT1: **cgm.3-2lp**

Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:

- Un = 36 kV
- In = 630 A
- Icc = 21 kA / 52,5 kA
- Dimensiones: 1316 mm / 1027 mm / 1745 mm
- Mecanismo de Maniobra 1: Motorizado tipo BM
- Mecanismo de Maniobra 2: Motorizado tipo BM
- Mecanismo de Maniobra (Prot. Fusibles):
- Manual de Acumulación tipo BR-A

Se incluyen el montaje y conexión.

| | |
|-----------------|-----------------|
| 20.050, 00 € | 20.050,0 0 € |
|-----------------|-----------------|

Puentes MT Transformador 1: **Cables MT 18/30 kV**

Cables MT 18/30 kV del tipo DH5Z1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones EUROMOLD de 36 kV del tipo enchufable acodada y modelo M400LR.

En el otro extremo son del tipo enchufable acodada y modelo M400LR.

1.875,0
0 € 1.875,00
€

Interconexión enchufable apantallada no accesible de la función de protección MT y de la función transformador mediante conjuntos de unión unipolares de aislamiento 36 kV ORMALINK de Ormazabal 00€ 1.875,00€.

4.2.1.3. EQUIPO DE POTENCIA

Transformador 1: **transforma aceite 36 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión marca ORMAZABAL, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 0 y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4.5% y regulación primaria de +/- 2,5%, +/- 5%, +/- 10%.

Se incluye también una protección con Termómetro.

17.660
,31 € 17.660
,31 €

Total importe equipos de potencia 17.660
,31 €

4.2.1.4. EQUIPO DE BAJA TENSIÓN

Cuadros BT - B2 Transformador 1: **addibo.urban Enel**

Cuadro de Baja Tensión de distribución avanzado ADDIBO.URBAN, con 4 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en BTVC, y demás características descritas en la Memoria.

0,00 € 0,00 €

Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes BT - B2 Transformador 1** 1.566,00 € 1.566,00 €

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 6 x fase + 2 x neutro de 3,0 m de longitud.

| | |
|-----------------------------|------------------------|
| Total importe equipos de BT | 1.566, 00 € |
|-----------------------------|------------------------|

4.2.1.5. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

- Instalaciones de Tierras Exteriores

Tierras Exteriores Prot Transformación: Anillo rectangular

Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexas, empleando conductor de cobre desnudo.

El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.

Características:

- Geometría: Anillo rectangular
- Profundidad: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de picas: 2 metros
- Dimensiones del rectángulo: 5.0x2.5 m

| | | |
|--|------------------------|------------------------|
| | 1.285, 00 € | 1.285, 00 € |
|--|------------------------|------------------------|

Tierras Exteriores Serv Transformación: Picas alineadas

Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

- Geometría: Picas alineadas
- Profundidad: 0,5 m
- Número de picas: dos
- Longitud de picas: 2 metros
- Distancia entre picas: 3 metros

| | | |
|--|---------------------|---------------------|
| | 630,00 € | 630,00 € |
|--|---------------------|---------------------|

- Instalaciones de Tierras Interiores

Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras

Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparataje de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

| | |
|--------|--------|
| 925,00 | 925,00 |
| € | € |

Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierras

Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.

| | |
|--------|--------|
| 925,00 | 925,00 |
| € | € |

Total importe sistema de tierras

| |
|--------|
| 3.765, |
| 00 € |

4.2.1.6. VARIOS

Equipo de Protección y Control: Armario de telemando tipo CM-UP

Cajón de control según norma GTRS001 descrito en la memoria. Incluye el conexionado y las pruebas de interoperabilidad de toda la solución.

| | |
|--------|--------|
| 10.500 | 10.500 |
| ,00 € | ,00 € |

- Defensa de Transformadores

Defensa de Transformador 1: Protección física transformador

Protección metálica para defensa del transformador.

| | |
|--------|--------|
| 283,00 | 283,00 |
| € | € |

- Equipos de Iluminación en el edificio de transformación

Iluminación Edificio de Transformación: **Equipo de iluminación**

Equipo de iluminación compuesto de:

- Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.
- Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

600,00 600,00
€ €

- Banquillo aislante

- Equipos de operación, maniobra y seguridad en el edificio de transformación

Maniobra de Transformación: **Equipo de seguridad y maniobra**

Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:

- Banquillo aislante
- Par de guantes aislantes
- Extintor de eficacia 89B
- Una palanca de accionamiento
- Armario de primeros auxilios

700,00 700,00
€ €

4.2.2. PRESUPUESTO TOTAL

| | | | |
|--|--|--|--------------------|
| | Total importe obra civil | | 13.000,00 € |
| | Total importe apartada de MT | | 21.925,00 € |
| | Total importe equipos de potencia | | 17.660,31 € |
| | Total importe equipos de BT | | 1.566,00 € |
| | Total importe sistema de tierras | | 3.765,00 € |

| | | | |
|--|--------------------------------------|--|--------------------|
| | Total importe de varios | | 12.083,00 € |
| | Neto del presupuesto completo | | 69.999,31 € |
| | 0 % de Imprevistos | | 0,00€ |
| | TOTAL PRESUPUESTO | | 69.999,31 € |



5. PLANOS

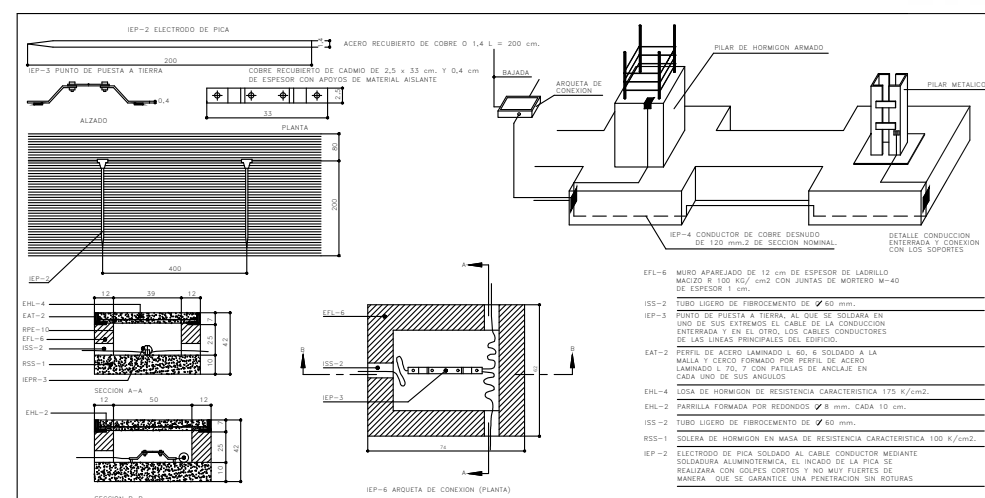
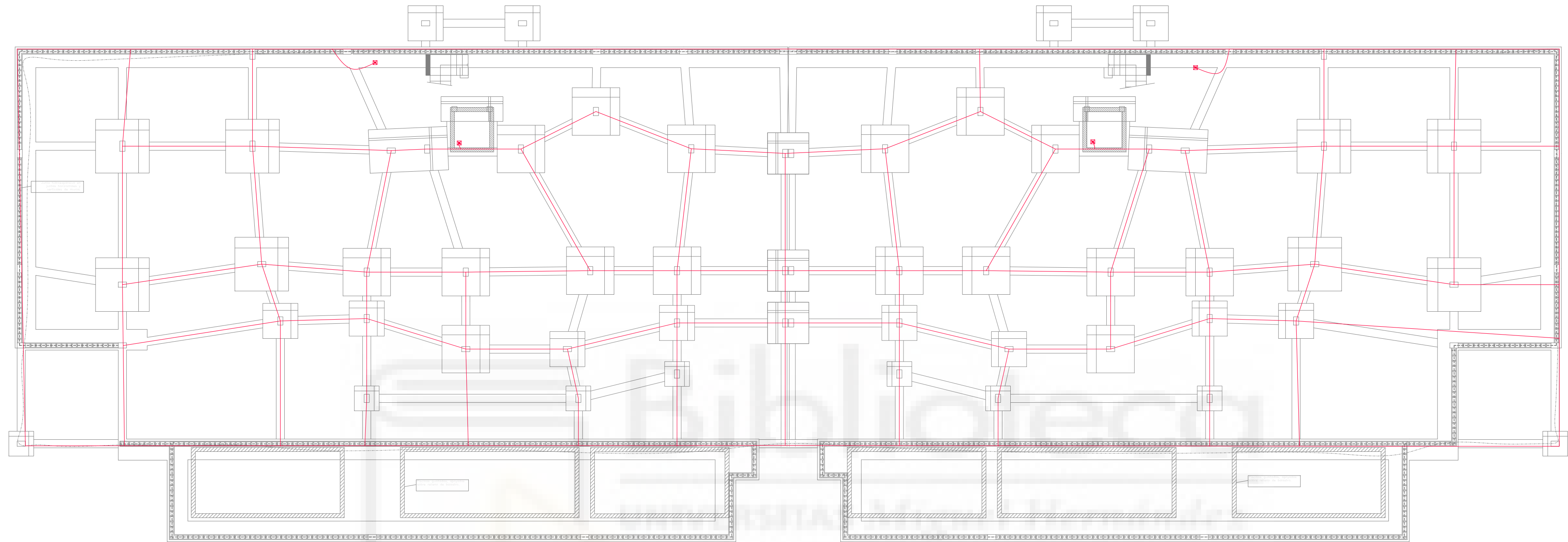


5.1. PLANOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

5.1.1. LISTADO DE PLANOS.

| LISTA DE PLANOS | |
|-----------------|---|
| Número de Plano | Nombre |
| IEL01 | TOMA DE TIERRA |
| IEL02 | INSTALACIÓN ELECTRICA PARKING |
| IEL03 | INSTALACIÓN ELÉCTRICA PB E ILUMINACIÓN URBANIZACIÓN |
| IEL04 | INSTALACIÓN ELÉCTRICA P1 |
| IEL05 | INSTALACIÓN ELÉCTRICA P2 |
| IEL06 | INSTALACIÓN ELÉCTRICA CUBIERTA PRIVADA TRANSITABLE |
| IEL07 | ESQUEMA SINÓPTICO CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES |
| IEL08 | ESQUEMA SINÓPTICO CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES |
| IEL09 | ESQUEMA UNIFILAR SERVICIOS GENERALES |
| IEL10 | ESQUEMAS UNIFILARES ESCALERA |
| IEL11 | ESQUEMAS UNIFILARES VIVIENDA PB |
| IEL12 | ESQUEMAS UNIFILARES VIVIENDAS CENTRALES |
| IEL13 | ESQUEMAS UNIFILAR VIVIENDAS ÁTICO |

5.1.2. JUEGO DE PLANOS



| LEYENDA TOMA TIERRA | |
|---|---------------------------------------|
| | ARQUETA TT DE 20X20, TAPA Y MARCO PVC |
| | PIQUETA CU, 20mm, L=1,5m |
| | LINEA TT, CU 35mm ² |
| | PREINSTALACION CIRCUITO RECARGA V.E. |
| NOTA: | |
| Las líneas de TT se dispondrán en el fondo de la cimentación, sobre el hormigón de limpieza unido mediante perrillos de CU a las armaduras de elementos de cimentación en 3 puntos como mínimo. | |
| Las uniones entre cables y con piquetas se realizará con perrillo de CU. | |
| Las piscinas dispondrán de TT independiente a la del edificio | |

TRABAJO FINAL DE GRADO JAVIER MELGAREJO

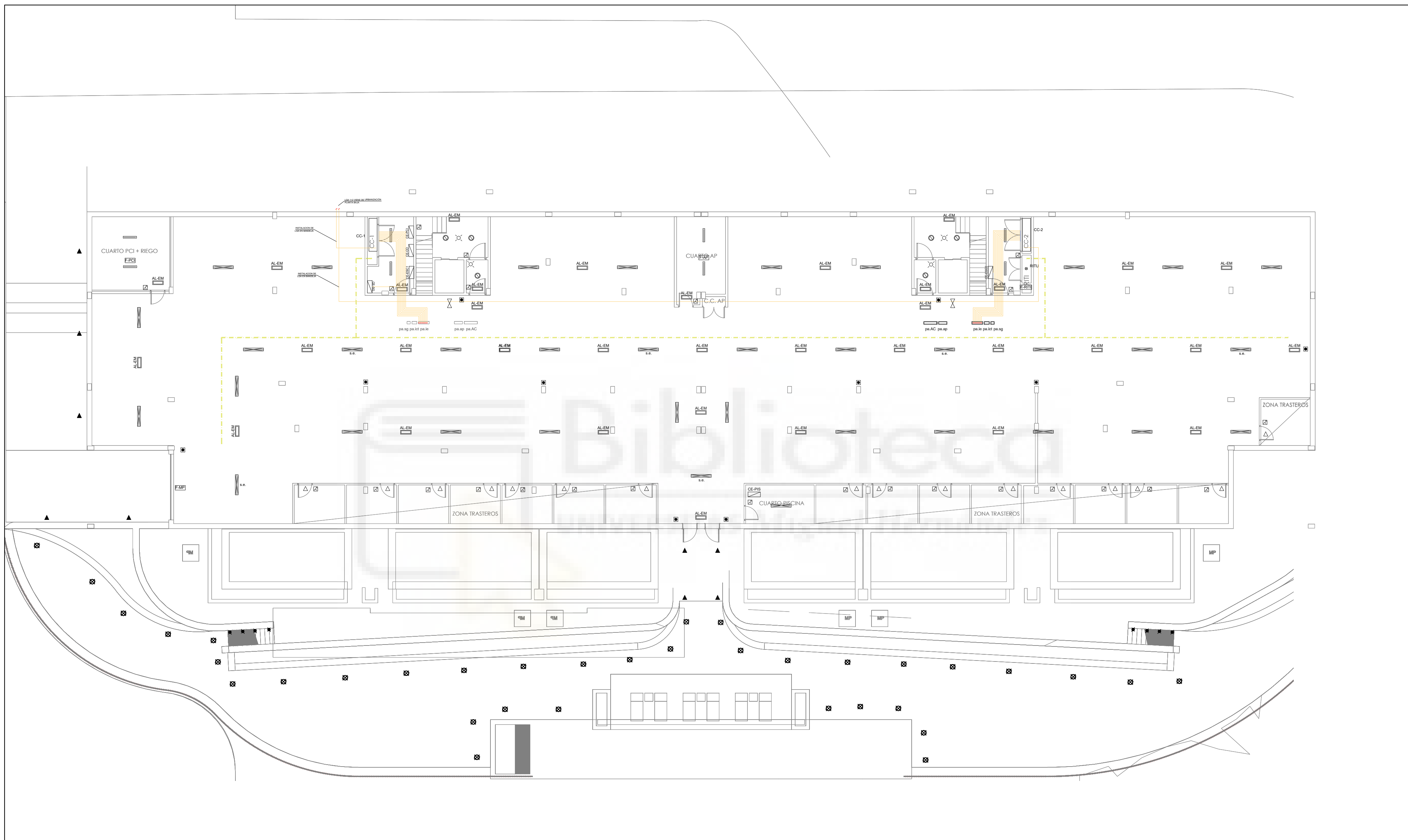
SITUACIÓN: C/ COMPTES DE DARNIUS, VALLROMANES, BARCELONA

FECHA: MARZO 2023
 ESCALA: 1/100
 DISCIPLINA: EJECCIÓN
 NÚMERO:

JAVIER MELGAREJO FABREGAT

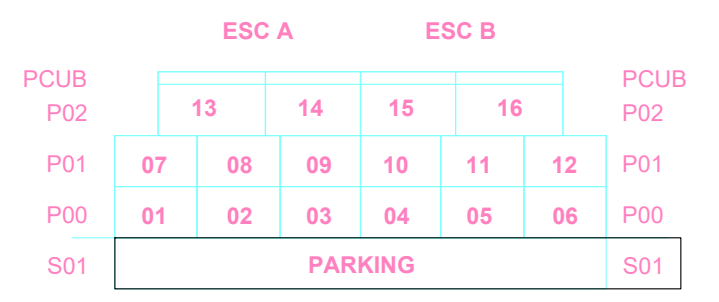
TOMA DE TIERRA

IEL-01



LEYENDA ELECTRICIDAD

| | | | |
|--|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN PARA ELECTRICIDAD DE FUERZA INTERRUPTOR SIMPLE 10A INTERRUPTOR EXTERIOR 10A ENCUFE 16 A ENCUFE 25 A TOMA CANAL DE RADIO TELEVISIÓN TOMA BANDA ANCHA VIDEY DATOS - RJ45 TOMA DE FIBRA OPTICA REGISTRO TERMINACIÓN DE RED CUADRO ELECTRICO CUADRO EXTERIOR ZUMBADOR BANDEJA PREINSTALACION V.E. DE-APAR SUBCUADRO CUARTO BOMBADEO DE PIS SUBCUADRO CUARTO PISCINA APLQUE LED TRASTEROS | <ul style="list-style-type: none"> DOG DE BILEY EMERGENCIA ALARMO PUNTO ALUMBRADO DOWNLIGHT 10W RECORTADO LED BAKK BLANCO APLQUE EXTERIOR LED 10W APLQUE EXTERIOR LED 20W BALZA ESCALERA EXTERIOR LED 10W DOWNLIGHT CUADRO PANTALLA LED 10W VIDEY DATOS - RJ45 APLQUE EN PARED BALDA JARDIN ESTILO FAROLA SON DE CALDERO PUNTO LIZ EMPOTRADO EN PAREDE DE PISCINA DOWNLIGHT LED 15W INTERRUPTOR ESTANDIO 10A PULSADOR ENCENDIDO APARCAMIENTO 10A DETECTOR DE PRESENCIA 10A ALARMA ALUMBRADO DE EMERGENCIA CHARCERILES DE EMERGENCIA EN APARTADO 2.1.3.5 | <ul style="list-style-type: none"> EXTRACTOR VIDEOPORTERO CON MONITOR TOMA CANAL DE RADIO TV LIZ VIDEY DATOS - RJ45 EXTERIOR REPELOR DE PLAGAS REPELOR DE PLAGAS EXTERIOR BUBLO RADIANTE TOLLERO ELECTRICO PULSADOR TIMBRE ALARMA DETECTOR DE PRESENCIA INSTALACION PERSENCIA PREINSTALACION ESTOR LUMINARIA DE EMERGENCIA REPELIDOR WIFI INSTALACION CORONA TOLLERO ELECTRICO REPELIDOR APLQUE DECORATIVO PARA BUSQUEDA DE NOMBRE CAJAS DE ESCALERA | <ul style="list-style-type: none"> SEÑALIZADOR DE DOS COLORES SEÑALIZADOR PASO DE VEHICULOS RELO ASTRONOMICOM LINEA DE LED LINEA DE LED PARA EXTERIOR LINEA DE LED PARA EXTERIOR EMPOTRADO EN PARED LINEA DE LED PARA EXTERIOR EMPOTRADO EN PARED TONDO |
|--|--|---|--|



TRABAJO FINAL DE GRADO JAVIER MELGAREJO

SITUACIÓN: C/ COMPTES DE DARNIUS, VALLROMANES, BARCELONA

JAVIER MELGAREJO FABREGAT

INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARKING

FECHA: MARZO 2023
 ESCALA: 1/100
 DISCIPLINA: EJECUCIÓN
 NÚMERO: IEL-02

CGP-1 CGP-2

ESCALERA A

PREINSTALACIÓN DE TOMAS DE CORRIENTE Y LUMINARIA

ASIGNACIÓN DE CIRCUITOS DE TC EN PLANOS

| Estancia | Circuitos |
|-------------------|--------------------------|
| Cocina | C1, C2, C3, C4.2, C5, C6 |
| Galería | C1, C4.1, C4.3, C9, C10 |
| Salón-comedor | C1, C2, C6, C7 |
| Dormitorio1 | C1, C2, C6, C7 |
| Dormitorio2 | C1, C2, C6, C7 |
| Dormitorio3 | C1, C2, C6, C7 |
| Baño1 | C1, C5, C8 |
| Baño2 | C1, C5, C8 |
| Baño3 | C1, C3, C8 |
| Aseo | C1, C5 |
| Hall-distribuidor | C1, C2, C6, C7 |

LEYENDA ELECTRICIDAD

| | | | |
|--|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN PARA ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN INTERRUPTOR SIMPLE 10A INTERRUPTOR EXTERIOR 10A ENCUFE 16 A ENCUFE 25 A TOMA COAXIAL DE RADIO TELEVISIÓN TOMA BANDA ANCHA VOZ Y DATOS - RJ45 TOMA DE FIBRA ÓPTICA REGISTRO TERMINACIÓN DE RED CUADRO ELÉCTRICO APLIQUE EXTERIOR ZUMBADOR BANDEJA PREINSTALACIÓN V.E. DE-APAR SE-APAR SUBCUADRO CUARTO HOMOLOGADO SUBCUADRO CUARTO PISCINA APLIQUE LED TRASTEROS | <ul style="list-style-type: none"> LOGO DE BREVETADO EMERGENCIA ALARMA PUNTO ALUMBRADO DOWNLIGHT 10W RECORRIDO LED BARRA BLANCO APLIQUE EXTERIOR LED 10W BARRA EMERGENCIA E ILUMINACIÓN BALIZA ESCALERA EXTERIOR LED 10W DOWNLIGHT CUADRO PANTALLA LED 10W PANTALLA LED 20W APLIQUE EN PARED BALDA JARDÍN ESTILO FAROLA SIGNAL DE EMERGENCIA PUNTO LÍZ. EMPOTRADO EN PAREDE DE PISCINA 10A DOWNLIGHT LED 15W INTERRUPTOR ESTANDO 10A PULSADOR ENCENDIDO APAGAMIENTO 10A DETECTOR DE PRESENCIA 10A ALUMBRADO DE EMERGENCIA CANALIZACIONES EMPOTRADAS EN APARATO 2.3.3.5 | <ul style="list-style-type: none"> EXTRACTOR VIDEOPORTERO CON MONITOR TOMA COAXIAL DE RADIO TV LÍZ VOZ Y DATOS - RJ45 EXTERIOR ENCUFE 16 A ENCUFE 25 A BULO RADIANTE TALLEREO ELÉCTRICO PULSADOR TIMBRE ALARMA DETECTOR PRESENCIA INSTALACION PISCINA PREINSTALACION ESTOR LUMINARIA DE EMERGENCIA REPETIDOR WIFI INSTALACION CORONA TALLEREO ELÉCTRICO BIVOLTAJE TALLEREO ELÉCTRICO BIVOLTAJE APLIQUE DECORATIVO PARA INDICACIÓN DE NOMBRE CAJAS DE ESCALERA | <ul style="list-style-type: none"> SEMIÓFORO DE DOS COLORES SENSOR PASO DE VELOCIDADES RELOJ ASTRONÓMICO LÍNEA DE LED LÍNEA DE LED PARA EXTERIOR TRINCHA EXTERIOR 10A LÍNEA DE LED PARA EXTERIOR EMPOTRADO EN PISO TECNICO |
|--|---|--|---|



TRABAJO FINAL DE GRADO JAVIER MELGAREJO

SITUACIÓN: C/ COMPTES DE DARNIUS, VALLROMANES, BARCELONA

FECHA: MARZO 2023
 ESCALA: 1/100
 DISCIPLINA: EJECUCIÓN
 NÚMERO:

JAVIER MELGAREJO FABREGAT

INSTALACIÓN ELÉCTRICA PB E ILUMINACIÓN URBANIZACIÓN

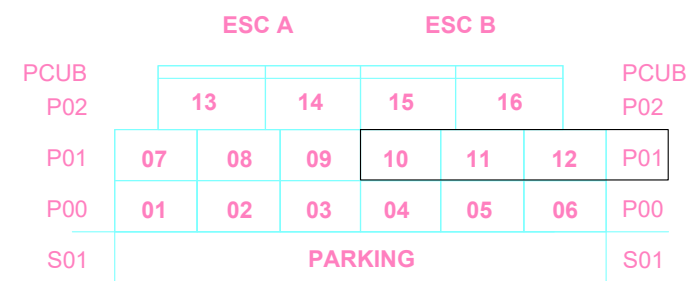
IEL-03



ASIGNACIÓN DE CIRCUITOS DE TC EN PLANOS

| Estancia | Circuitos |
|-------------------|--------------------------|
| Cocina | C1, C2, C3, C4.2, C5, C6 |
| Galería | C1, C4.1, C4.3, C9, C10 |
| Salón-comedor | C1, C2, C6, C7 |
| Dormitorio1 | C1, C2, C6, C7 |
| Dormitorio2 | C1, C2, C6, C7 |
| Dormitorio3 | C1, C2, C6, C7 |
| Baño1 | C1, C5, C8 |
| Baño2 | C1, C5, C8 |
| Baño3 | C1, C3, C8 |
| Aseo | C1, C5 |
| Hall-distribuidor | C1, C2, C6, C7 |

| LEYENDA ELÉCTRICA | | | |
|--|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN PARA ELECTRIFICACIÓN ELEVADA INTERRUPTOR SIMPLE 16A INTERRUPTOR EXTERIOR IP65 ENCHUFE H1 A ENCHUFE H2 A TOMA CANAL DE RADIO TELEVISIÓN TOMA BANDA ANCHA VOZ Y DATOS - RJ45 TOMA DE FIBRA ÓPTICA REGISTRO TERMINACIÓN DE RED CUADRO ELÉCTRICO APLQUE EXTERIOR JUMADOR BANDA PREINSTALACIÓN V.E. CUADRO ELÉCTRICO APARCAMIENTO CE.FO SUBCUADRO CUARTO BOMBEO PCI CE.FO SUBCUADRO CUARTO PISCINA APLQUE LED TRANSVERSOS | <ul style="list-style-type: none"> OLIO DE BUEY EMPOTRADO ALUMINO PUNTO ALUMBRADO DOWNLIGHT 18W REDONDO LED 100W BLANCO APLQUE EXTERNO LED IP65 EMPOTRABLE EN FACHADA VALAJE ESCALERA EXTERIOR LED IP65 DOWNLIGHT CUADRO PANTALLA LED 18W PANTALLA LED 20W APLQUE EN PARED VALAJE AREN. ESTILO PIEDRA 0.5m DE ALTUR IP65 PUNTO LE EMPOTRADO EN PARED DE PISCINA IP65 DOWNLIGHT LED 18W INTERRUPTOR EXTERNO 16A PULSADOR ENCENDIDO APARCAMIENTO 16A INTERRUPTOR DE PRESENCIA 16A ALUMBRADO DE EMERGENCIA CUADRO GENERAL PARA INDICACIÓN DE AVIATADO 21 L.E.T | <ul style="list-style-type: none"> EXTINTOR VIDEOPORTAL CON MONITOR TOMA CANAL DE RADIO TV EXT VOZ Y DATOS - RJ45 EXTERIOR ESTACION IP65 ESTACION 3G/L ESTACION IP65 SELO MOONITE TOALLERO ELÉCTRICO PULSADOR TIMBRE ALUMBA DETECTOR PRESENCIA INSTALACIÓN PERSONA PREINSTALACIÓN EXTER LUMINARIA DE EMERGENCIA REPETIDOR WIFI INSTALACIÓN CORTINA TOALLERO ELÉCTRICO 8W 100 TOALLERO ELÉCTRICO 8W 100 APLQUE DECORATIVO PARA INDICACIÓN DE NOMBRE CALA DE ESCALERA | <ul style="list-style-type: none"> SEMAFORO DE DOS COLORES TIPO 100x100x100 SELO ASTRONÓMICO LÍNEA DE LED LÍNEA DE LED PARA EXTERIOR PISCINA ESTANCO IP65 LÍNEA DE LED PARA EXTERIOR EMPOTRADO EN FALSO TECHO |



TRABAJO FINAL DE GRADO JAVIER MELGAREJO

SITUACIÓN: C/ COMPDES DE DARNIUS, VALLROMANES, BARCELONA

FECHA: MARZO 2023

ESCALA: 1/100

DISCIPLINA:

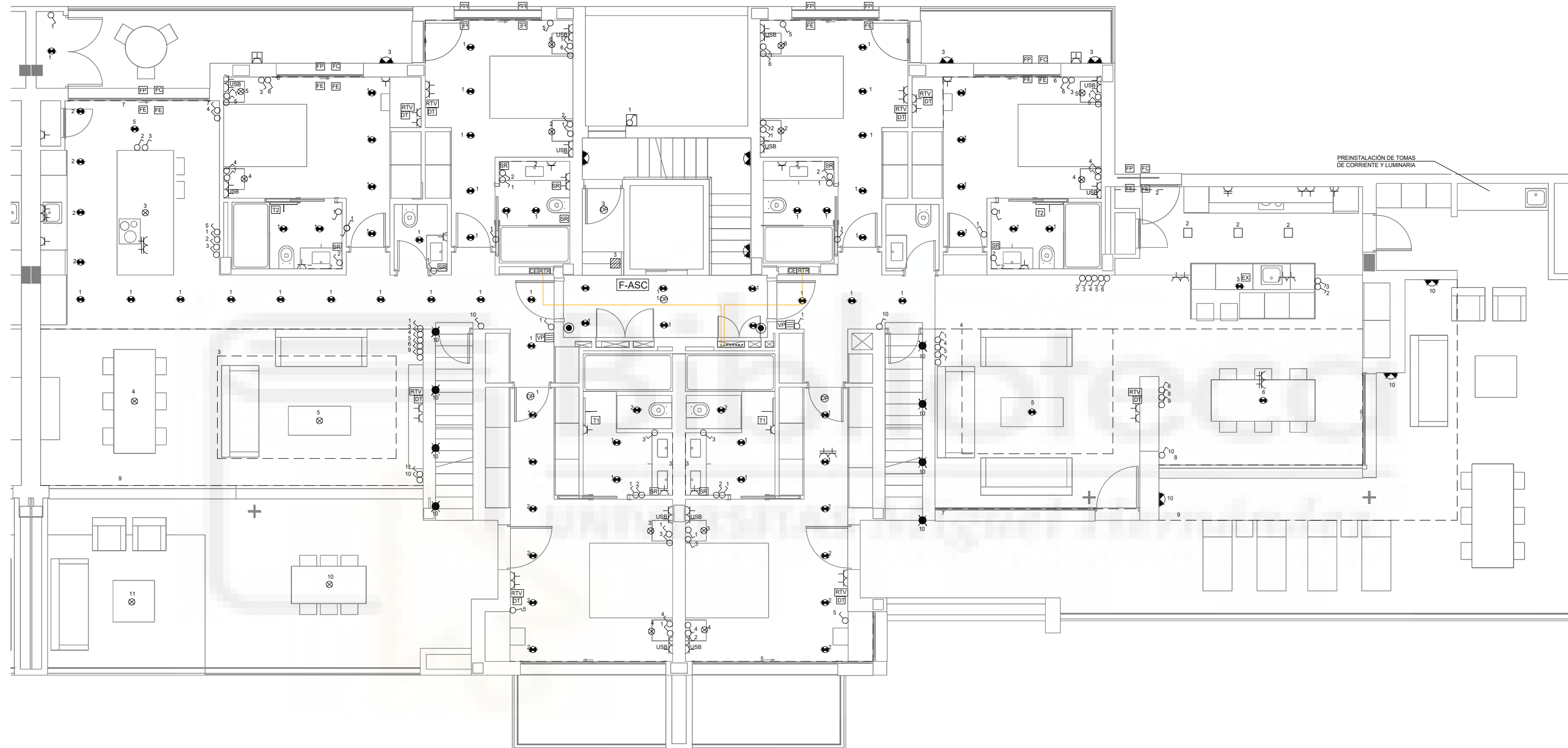
EJECUCIÓN

NÚMERO:

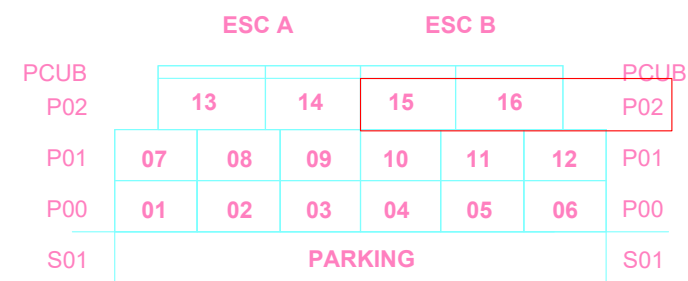
JAVIER MELGAREJO FABREGAT

INSTALACIÓN ELÉCTRICA P1

IEL-04



| LEYENDA ELECTRICIDAD | | | |
|---|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN PARA ELECTRICIDAD ELEVADA INTERRUPTOR SIMPLE 16A INTERRUPTOR EXTERIOR IP65 ENCHUFE H A ENCHUFE H A TOMA CANAL DE RADIO TELEVISIÓN TOMA BANDA ANCHA VOZ Y DATOS - RJ45 TOMA DE FIBRA ÓPTICA REGISTRO TERMINACIÓN DE RED CUADRO ELÉCTRICO APLQUE EXTERIOR JUMADOR BANDEJA PREINSTALACIÓN V.E. CELANA CE.FO CE.FO APLQUE LED TRANSVERSOS | <ul style="list-style-type: none"> OLIO DE RUY EMPORTADO ALUMINIO PUNTO ALUMINADO DOWNLIGHT 10W REDONDO LED 100W BLANCO APLQUE EXTERIORES IP65 EMPOTRABLE EN FACHADA BALDA ESCALERA EXTERIOR LED IP65 DOWNLIGHT CUADRO PANTALLA LED 10W PANTALLA LED 20W APLQUE EN PARED BALDA ARMEN ESTILO FACHADA OSIS DE ALTO IP65 PUNTO LE EMPOTRADO EN PARED DE PISCINA IP65 DOWNLIGHT LED 10W INTERRUPTOR EXTRINCO 16A PULSADOR ENCENDIDO APARCAMIENTO 16A DETECTOR DE PRESENCIA 16A ALUMBRADO DE EMERGENCIA CANALIZADO Y ESPECIFICADAS EN ANEXADO 21.1.5.1 | <ul style="list-style-type: none"> EXTRACTOR VIDEOPORTADO CON MONITOR TOMA CANAL DE RADIO TV EXT VOZ Y DATOS - RJ45 EXTERIOR ESPACIO IP65 ESPACIO IP65 ESPACIO IP65 SIELO INCLINATE TOALLERO ELÉCTRICO PULSADOR TIMBRE ALUMNA DETECTOR PRESENCIA INSTALACIÓN PERSONA PREINSTALACIÓN EXTOR LUMINARIA DE EMERGENCIA REFLECTOR WIFI INSTALACIÓN CORTINA TOALLERO ELÉCTRICO 80x100 TOALLERO ELÉCTRICO 80x100 APLQUE DE DECORATIVO PARA INDICACIÓN DE NOMBRE CANAL DE ESCALERA | <ul style="list-style-type: none"> SEÑALIZADOR DE DOS COLORES EXTERIOR PARA DE VEHICULOS MELOI ASTRONÓMICO LÍNEA DE LED LÍNEA DE LED PARA EXTERIOR PISCINA ESTANCO IP65 LÍNEA DE LED PARA EXTERIOR EMPOTRADO EN FALSO TECHO |



TRABAJO FINAL DE GRADO JAVIER MELGAREJO

SITUACIÓN: C/ COMPTES DE DARNIUS, VALLROMANES, BARCELONA

FECHA: MARZO 2023

ESCALA: 1/100

DISCIPLINA:

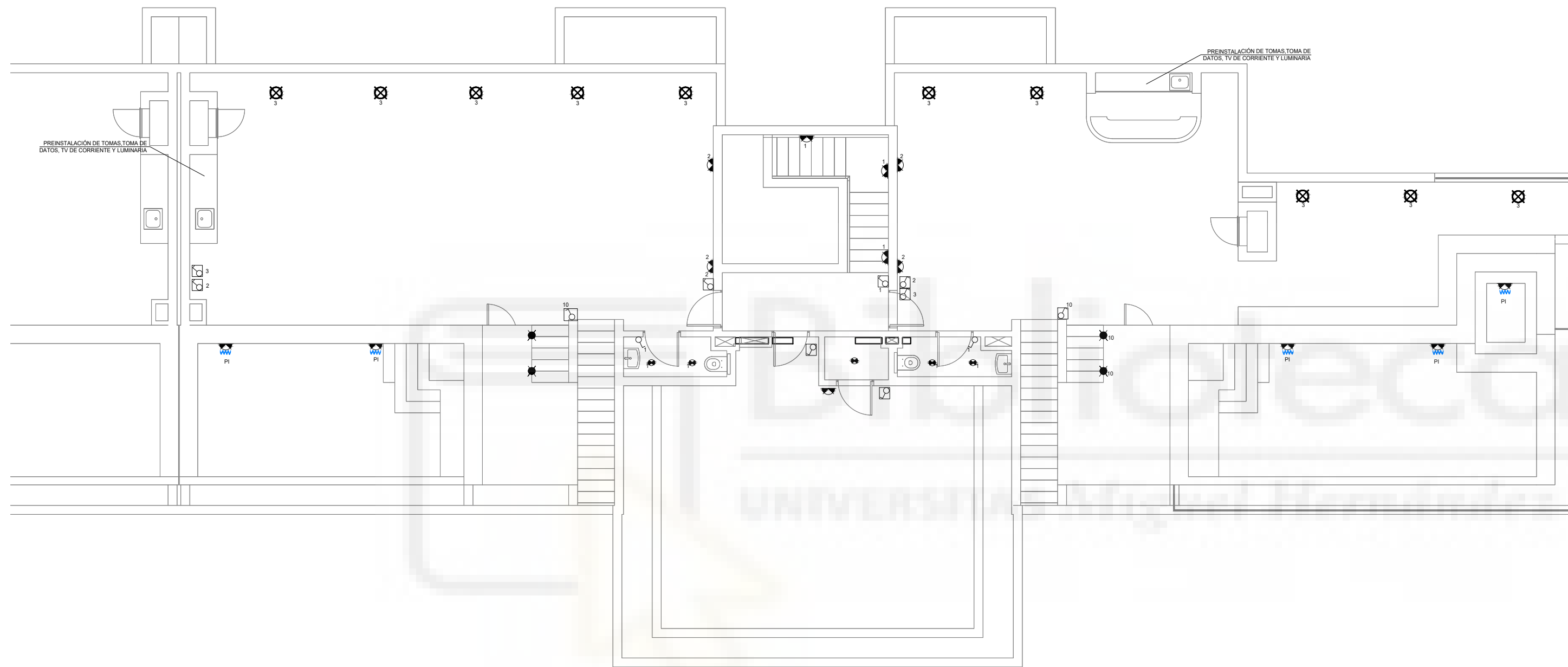
EJECUCIÓN

NÚMERO:

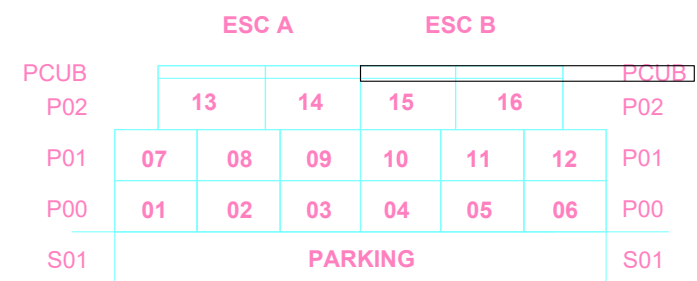
JAVIER MELGAREJO FABREGAT

INSTALACIÓN ELÉCTRICA P2

IEL-05



| LEYENDA ELECTRICIDAD | | | |
|--|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN PARA ELECTRIFICACIÓN ELEVADA INTERRUPTOR SIMPLE 16A INTERRUPTOR EXTERIOR IPMS ENCHUFE H+ A ENCHUFE 2+3 A TOMA CANAL DE RADIO TELEVISION TOMA BANDA ANCHA VOZ Y DATOS - RJ45 TOMA DE FIBRA ÓPTICA REGISTRO TERMINACIÓN DE RED CUADRO ELECTRICIDAD APLUSQUE EXTERIOR JUMADOR BANDEJA PREINSTALACIÓN V.E CELANA CE.FO CE.FB CE.FB APLUSQUE LED TRANSVERSOS | <ul style="list-style-type: none"> OLIO DE RUY EMPOTRADO ALUMINO PUNTO ALUMINADO DOWNLIGHT 10W REDONDO LED 100W BLANCO APLUSQUE EXTERIOR LED IPMS EMPOTRABLE EN FACHADA BALDA ESCALERA EXTERIOR LED IPMS DOWNLIGHT CUADRO PANTALLA LED 10W PANTALLA LED 20W APLUSQUE EN PARED BALDA ARMEN ESTILO FANOLA E35 DE ALTO IPMS PUNTO LE EMPOTRADO EN PARED DE PISCINA IPMS DOWNLIGHT LED 10W INTERRUPTOR EXTERNO 16A PULSADOR ENCENDIDO APARCAMIENTO 16A DETECTOR DE PRESENCIA 16A ALUMBRADO DE EMERGENCIA CANALIZADO EN PARED Y EMPOTRADO EN CANTONADO 2+1 E.E | <ul style="list-style-type: none"> EXTRACTOR VIDEOPORTO CON MONITOR TOMA CANAL DE RADIO TV EXT VOZ Y DATOS - RJ45 EXTERIOR ESPALDA 3+3 ESPALDA 3+3 SEÑAL INDICANTE TOALLERO ELECTRICIDAD PULSADOR TIMBRE ALUMBR. ALUMBR. DETECTOR PRESENCIA INSTALACIÓN PERSONA PREINSTALACIÓN ESTOR LUMINARIA DE EMERGENCIA REPETIDOR WIFI INSTALACIÓN CORTINA TOALLERO ELECTRICIDAD 80x100 TOALLERO ELECTRICIDAD 80x100 APLUSQUE DE CANTONADO PARA INDICACIÓN DE NOMBRE CANAL DE ESCALERA | <ul style="list-style-type: none"> SEMAFORO DE DOS COLORES (TRONCO PUNTO DE VEHICULO) SEÑAL ASTRONÓMICO LÍNEA DE LED LÍNEA DE LED PARA EXTERIOR PISCINA ESTANCO IPMS LÍNEA DE LED PARA EXTERIOR EMPOTRADO EN FALSO TECHO |



TRABAJO FINAL DE GRADO JAVIER MELGAREJO

SITUACIÓN: C/ COMPTES DE DARNIUS, VALLROMANES, BARCELONA

FECHA: MARZO 2023

ESCALA: 1/100

DISCIPLINA:

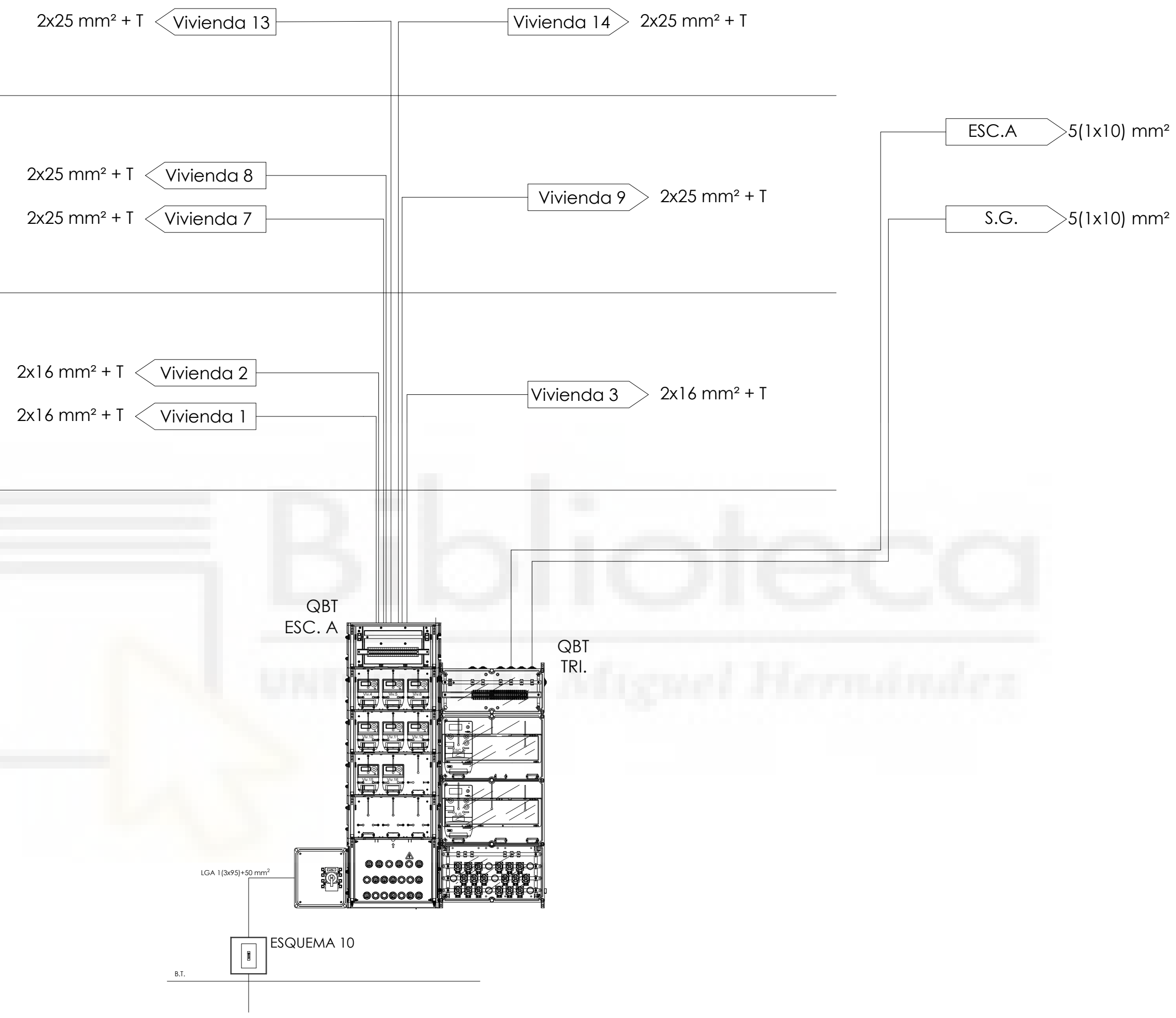
EJECUCIÓN

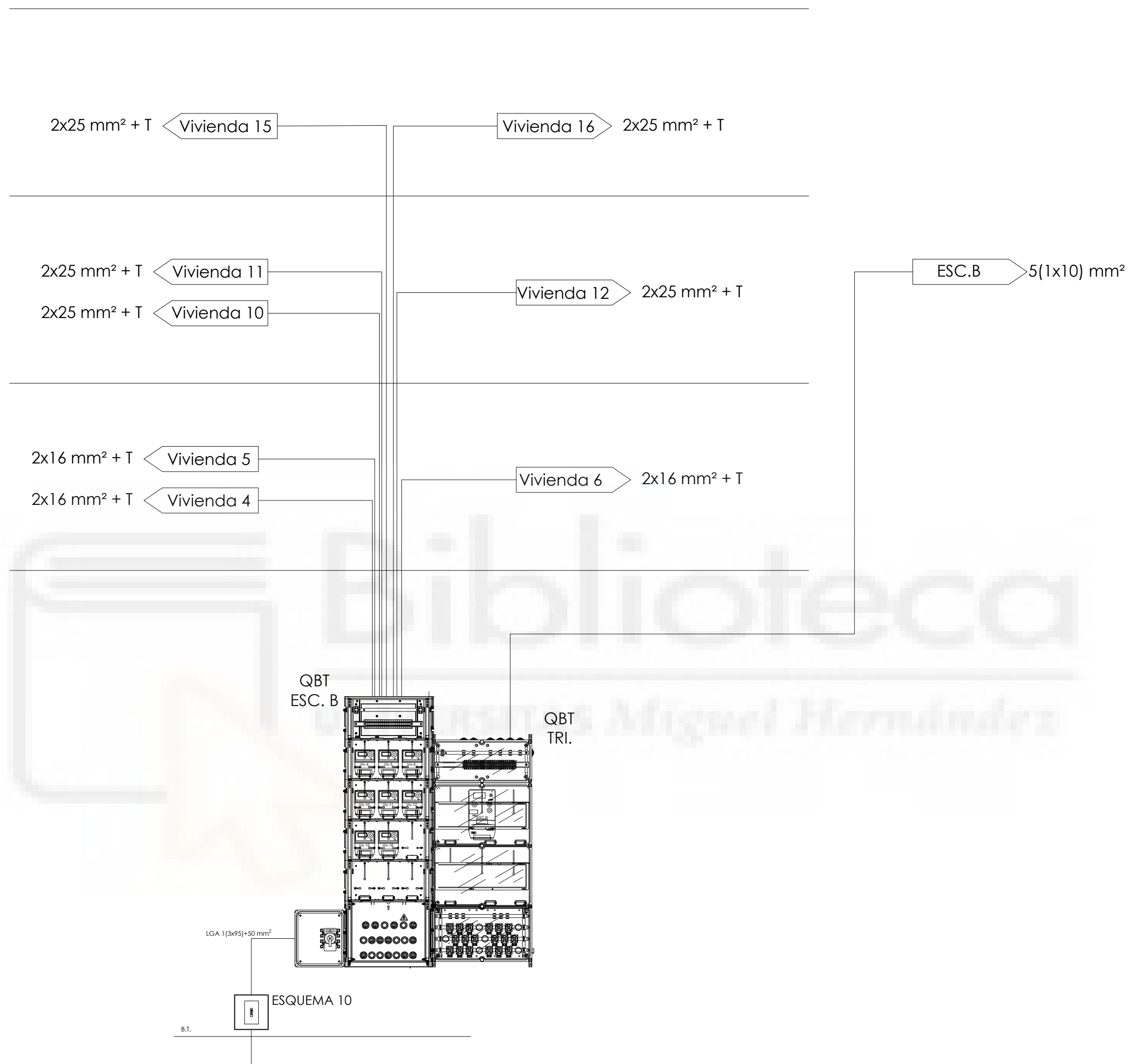
NÚMERO:

JAVIER MELGAREJO FABREGAT

INSTALACIÓN ELÉCTRICA CUBIERTA PRIVADA TRANSITABLE

IEL-06





TRABAJO FINAL DE GRADO JAVIER MELGAREJO

SITUACIÓN: C/ COMPTES DE DARNIUS, VALLROMANES, BARCELONA

FECHA: MARZO 2023

ESCALA: S/E

DISCIPLINA:

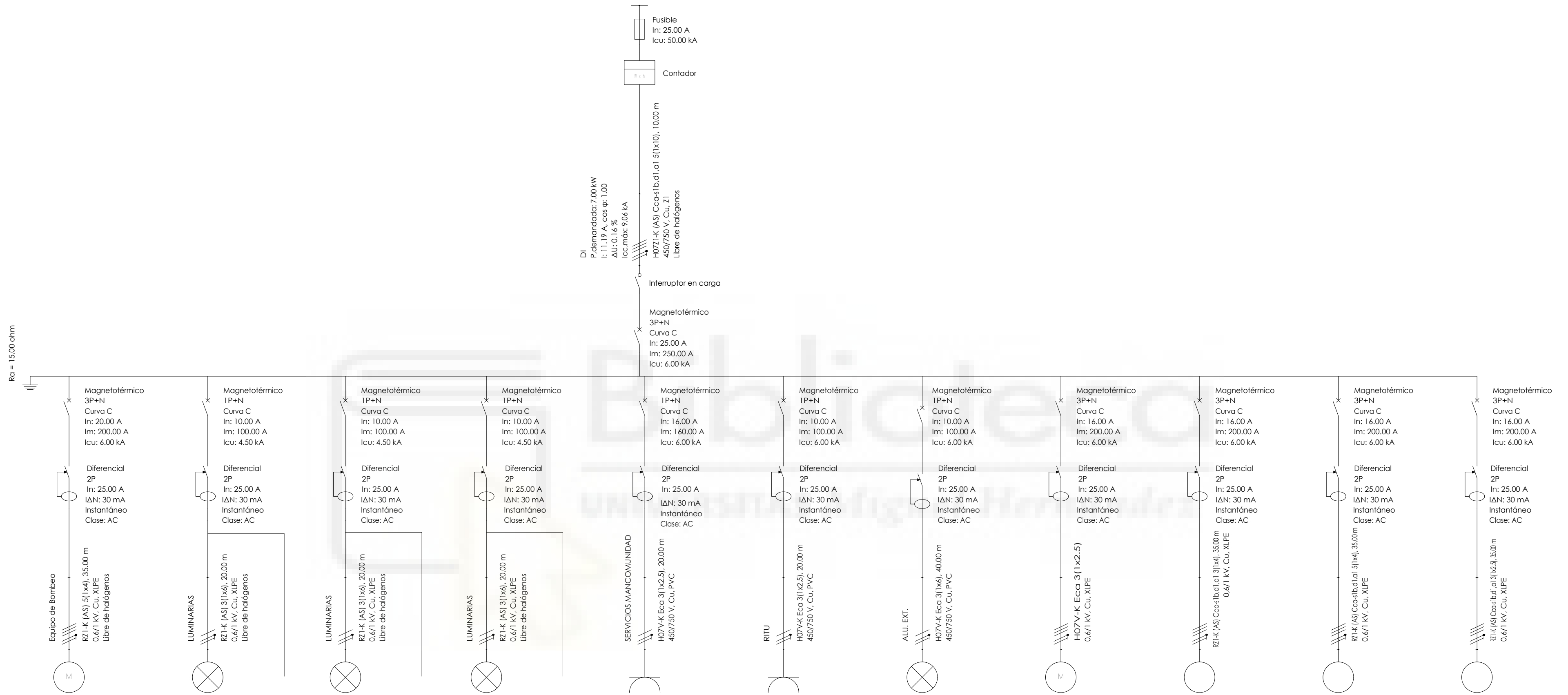
EJECUCIÓN

NÚMERO:

JAVIER MELGAREJO FABREGAT

ESQUEMA SINÓPTICO CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES

IEL-08



| Referencia | Equipo de Bombeo "F.AP" | Luminaria Sótano | Luminaria Sótano | Luminaria Sótano | Servicios Mancomunidad | RITU | ALU. EXT. | Subcuadro Piscina | Bomba PCI "F-PCI" | Ventiladores vestíbulo "F-WM1" | Central PCI + CO |
|--------------------|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------------|---------|-----------|-------------------------------|-------------------|--------------------------------|------------------|
| Potencia demandada | 3.00 kW | 1.00 kW | 1.00 kW | 1.00 kW | 2.00 kW | 1.00 kW | 0.90 kW | 2.30 kW Consulta detalle 2 | 7.00 kW | 3.00 kW | 0.25 kW |

TRABAJO FINAL DE GRADO JAVIER MELGAREJO

SITUACIÓN: C/ COMPTES DE DARNIUS, VALLROMANES, BARCELONA

FECHA: MARZO 2023

ESCALA: S/E

DISCIPLINA:

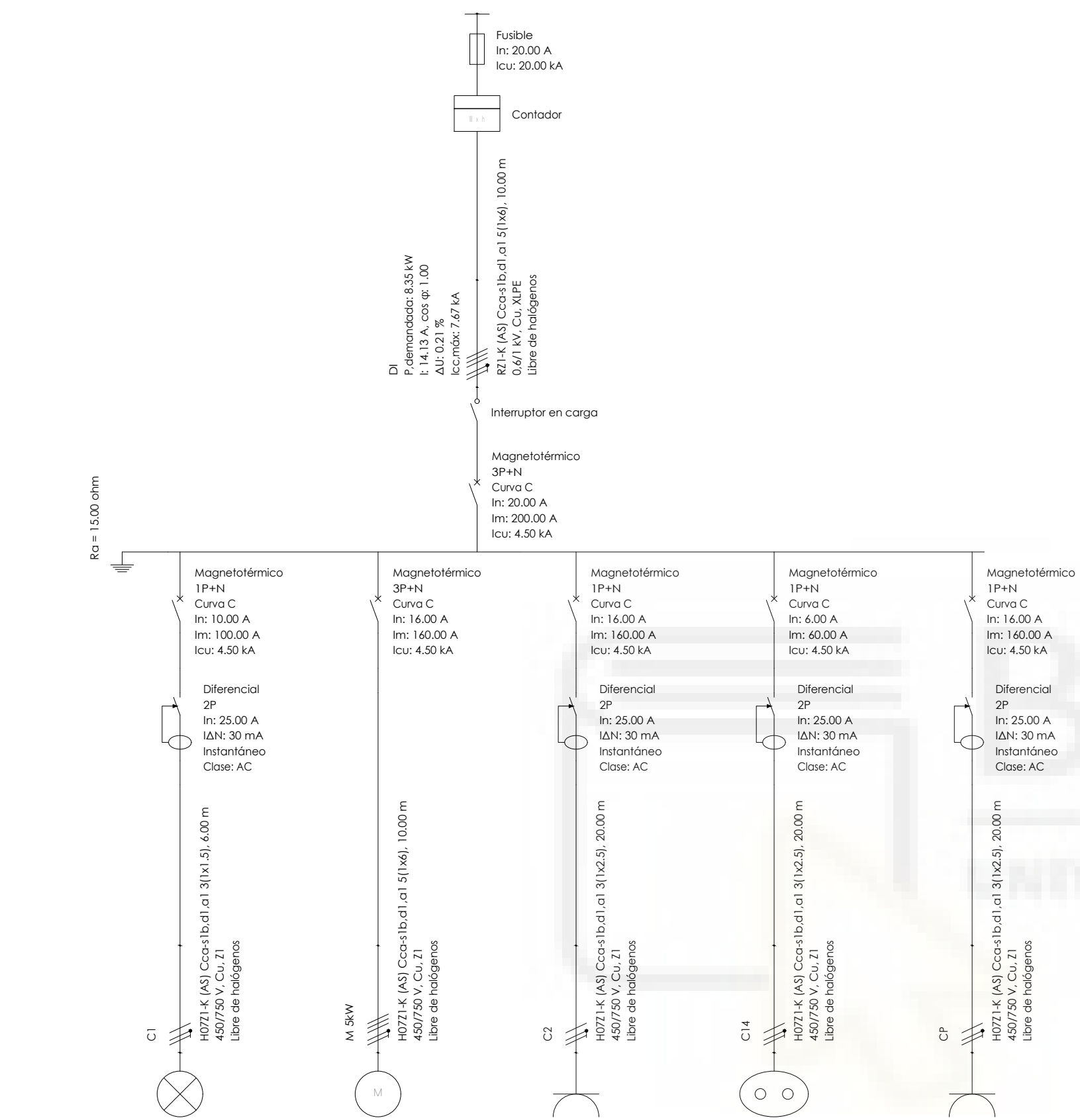
EJECUCIÓN

NÚMERO:

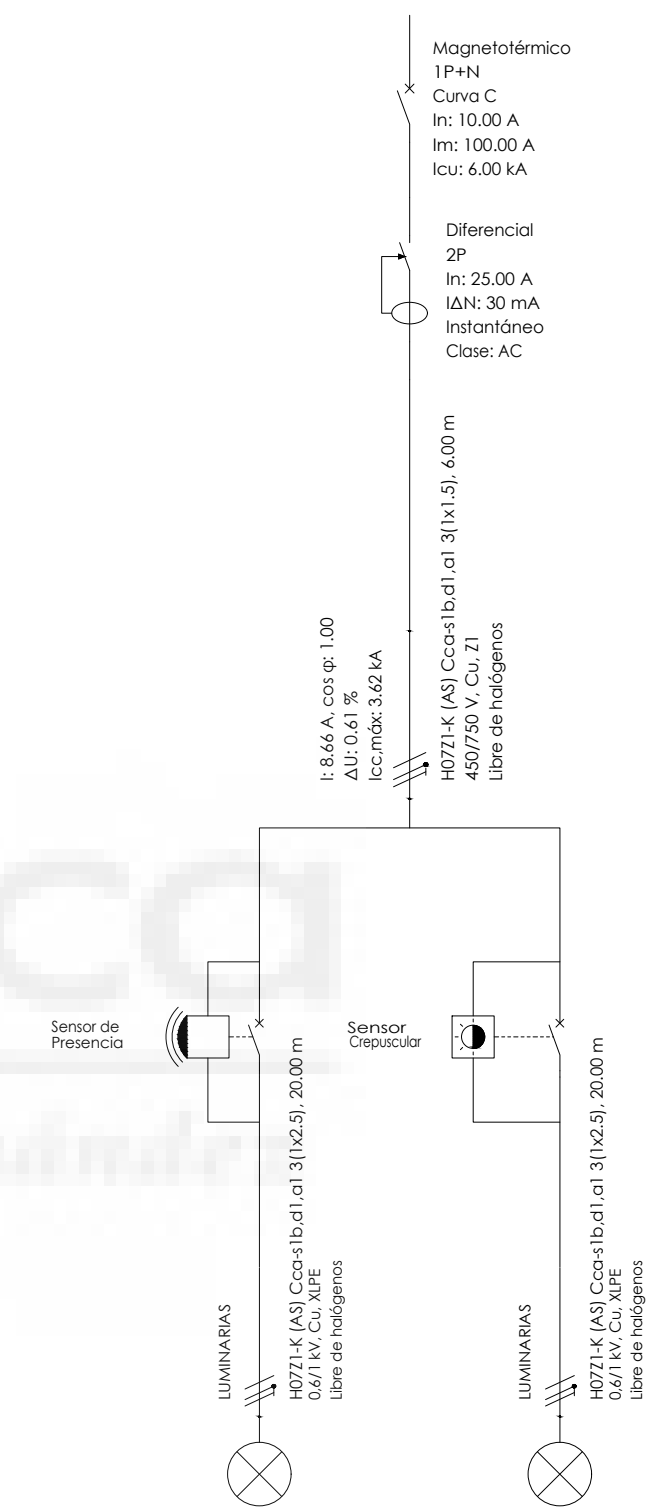
JAVIER MELGAREJO FABREGAT

ESQUEMA UNIFILAR SERVICIOS GENERALES

IEL-09



| Referencia | Luminarias | Ascensores FASC | Tomas Servicio | Alum. Emergencia | Video Portero |
|--------------------|--------------------|-----------------|----------------|------------------|---------------|
| Potencia demandada | 0.50 kW | 7.50 kW | 2.00 kW | 0.10 kW | 2.30 kW |
| | Consulta tetalle 3 | | | | |



| Referencia | Luminaria | Luminaria Int. |
|--------------------|-----------|----------------|
| Potencia demandada | 0.40 kW | 0.10 kW |

TRABAJO FINAL DE GRADO JAVIER MELGAREJO

SITUACIÓN: C/ COMPTES DE DARNIUS, VALLROMANES, BARCELONA

FECHA: MARZO 2023

ESCALA: S/E

DISCIPLINA:

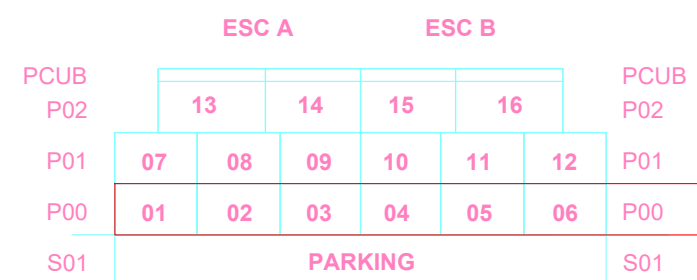
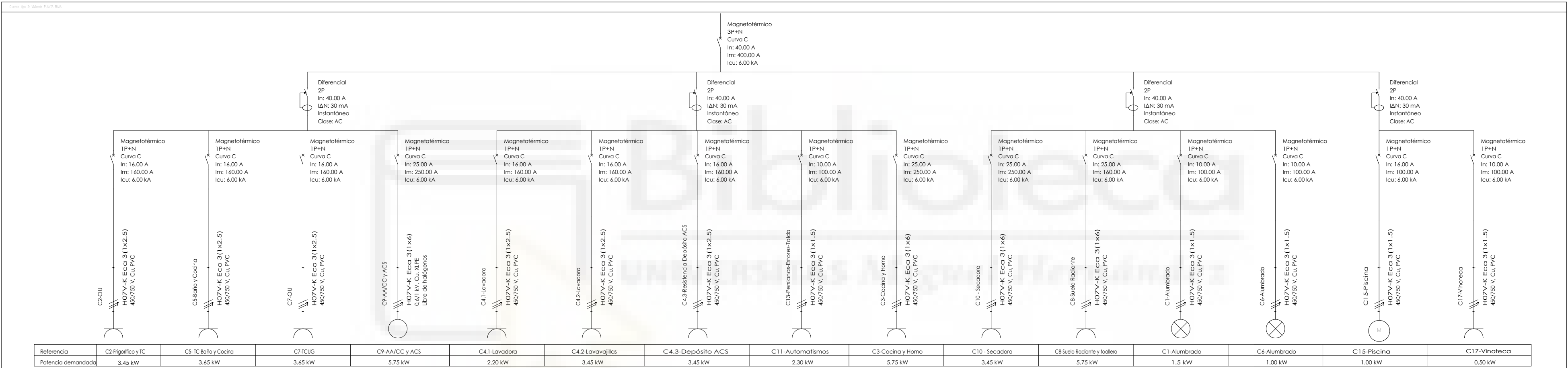
EJECUCIÓN

NÚMERO:

JAVIER MELGAREJO FABREGAT

ESQUEMAS UNIFILARES

IEL-10



TRABAJO FINAL DE GRADO JAVIER MELGAREJO

SITUACIÓN: C/ COMPTES DE DARNIUS, VALLROMANES, BARCELONA

FECHA: MARZO 2023

ESCALA: S/E

DISCIPLINA:

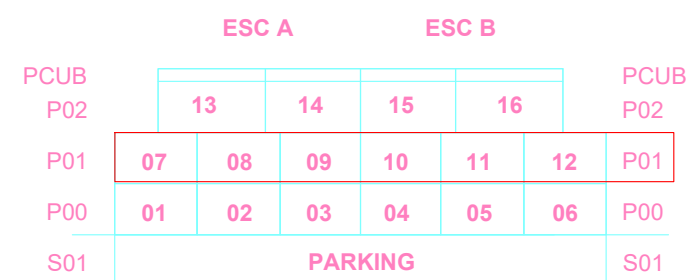
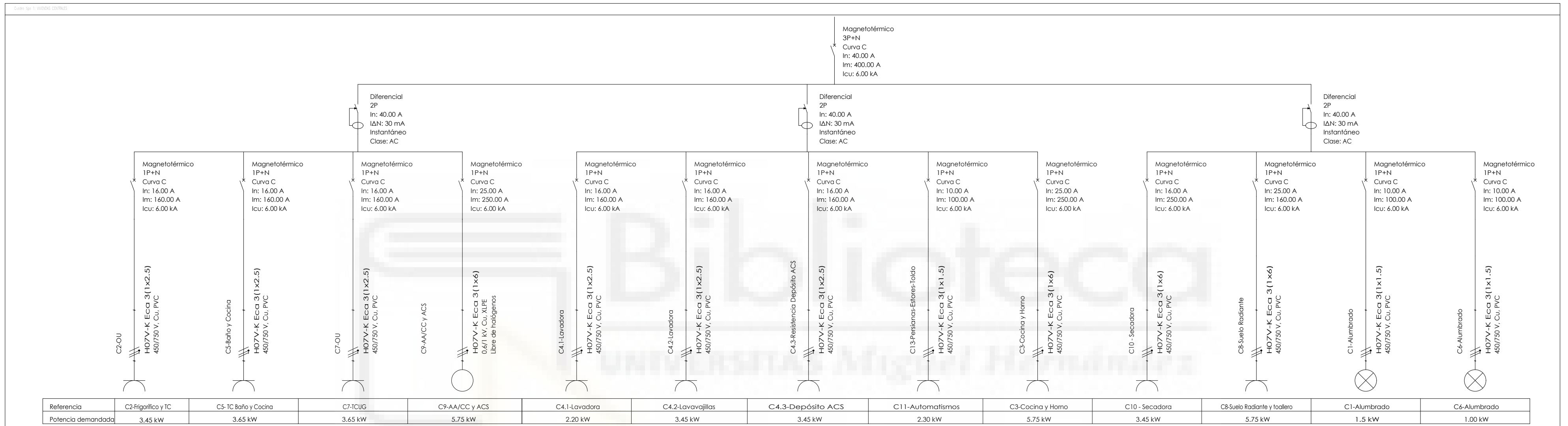
EJECUCIÓN

NÚMERO:

JAVIER MELGAREJO FABREGAT

ESQUEMAS UNIFILARES PB

IEL-11



TRABAJO FINAL DE GRADO JAVIER MELGAREJO

SITUACIÓN: C/ COMPTES DE DARNIUS, VALLROMANES, BARCELONA

FECHA: MARZO 2023

ESCALA: S/E

DISCIPLINA:

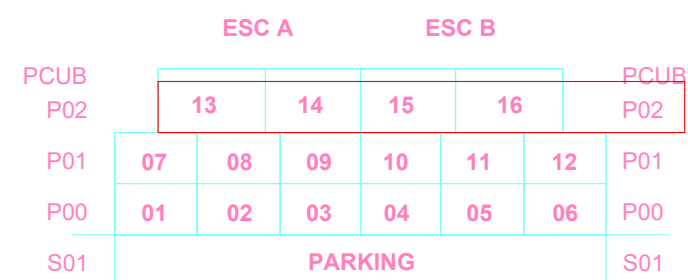
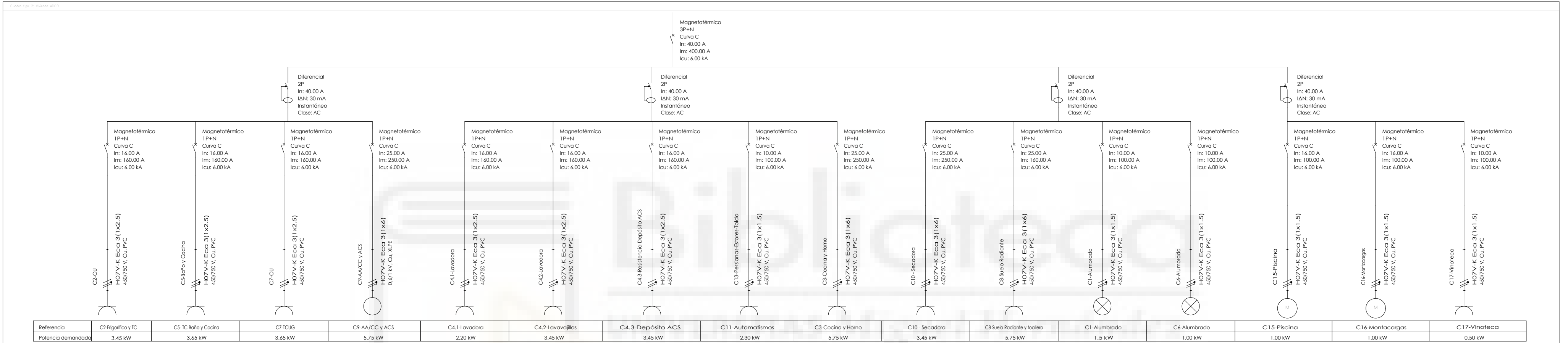
EJECUCIÓN

NÚMERO:

JAVIER MELGAREJO FABREGAT

ESQUEMAS UNIFILARES VIVIENDAS CENTRALES

IEL-12



TRABAJO FINAL DE GRADO JAVIER MELGAREJO

SITUACIÓN: C/ COMPTES DE DARNIUS, VALLROMANES, BARCELONA

FECHA: MARZO 2023

ESCALA: S/E

DISCIPLINA:

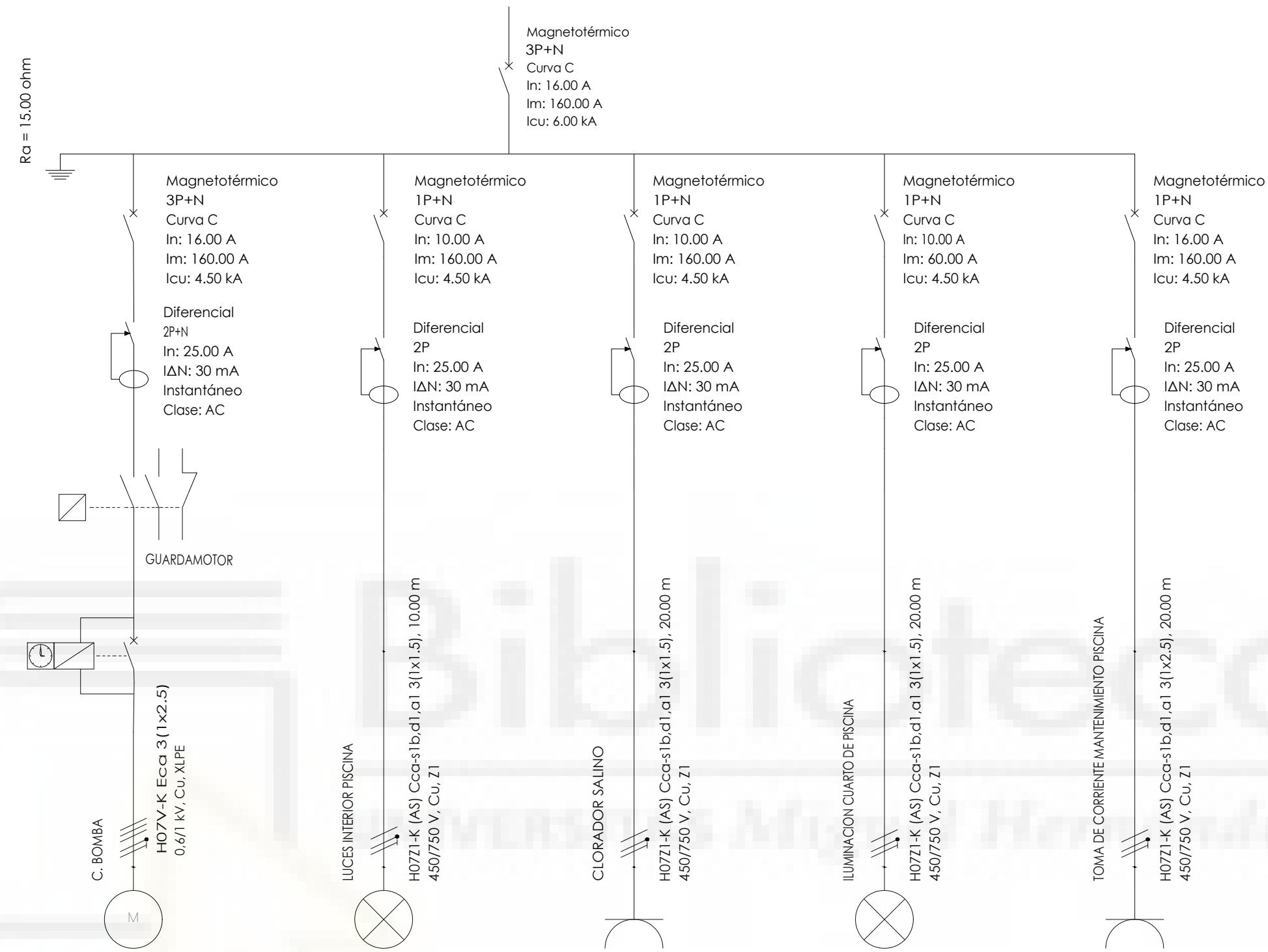
EJECUCIÓN

NÚMERO:

JAVIER MELGAREJO FABREGAT

ESQUEMAS UNIFILARES VIVIENDAS ÁTICO

IEL-13



| Referencia | BOMBA PISCINA | ALUMBRADO PISCINA | CLORADOR | ALUMBRADO | TOMA DE SERVICIO |
|--------------------|---------------|-------------------|----------|-----------|------------------|
| Potencia demandada | 1.50KW | 0.15KW | 0.30 kW | 0.10 kW | 2.30 kW |

TRABAJO FINAL DE GRADO JAVIER MELGAREJO

SITUACIÓN: C/ COMPTES DE DARNIUS, VALLROMANES, BARCELONA

FECHA: MARZO 2023

ESCALA: S/E

DISCIPLINA:

EJECUCIÓN

NÚMERO:

JAVIER MELGAREJO FABREGAT

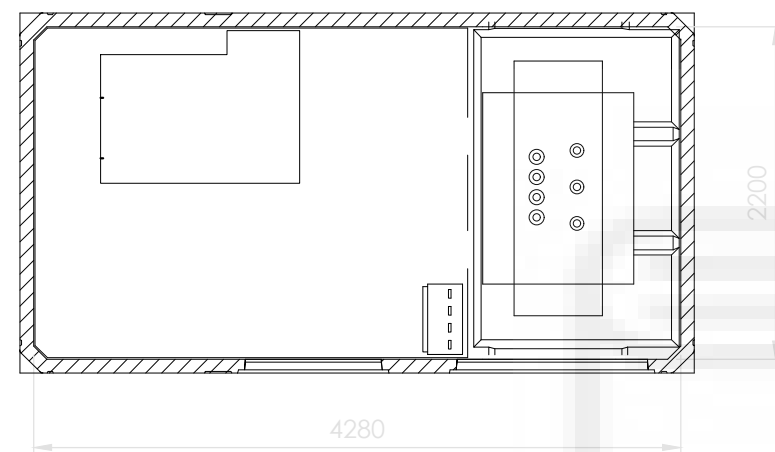
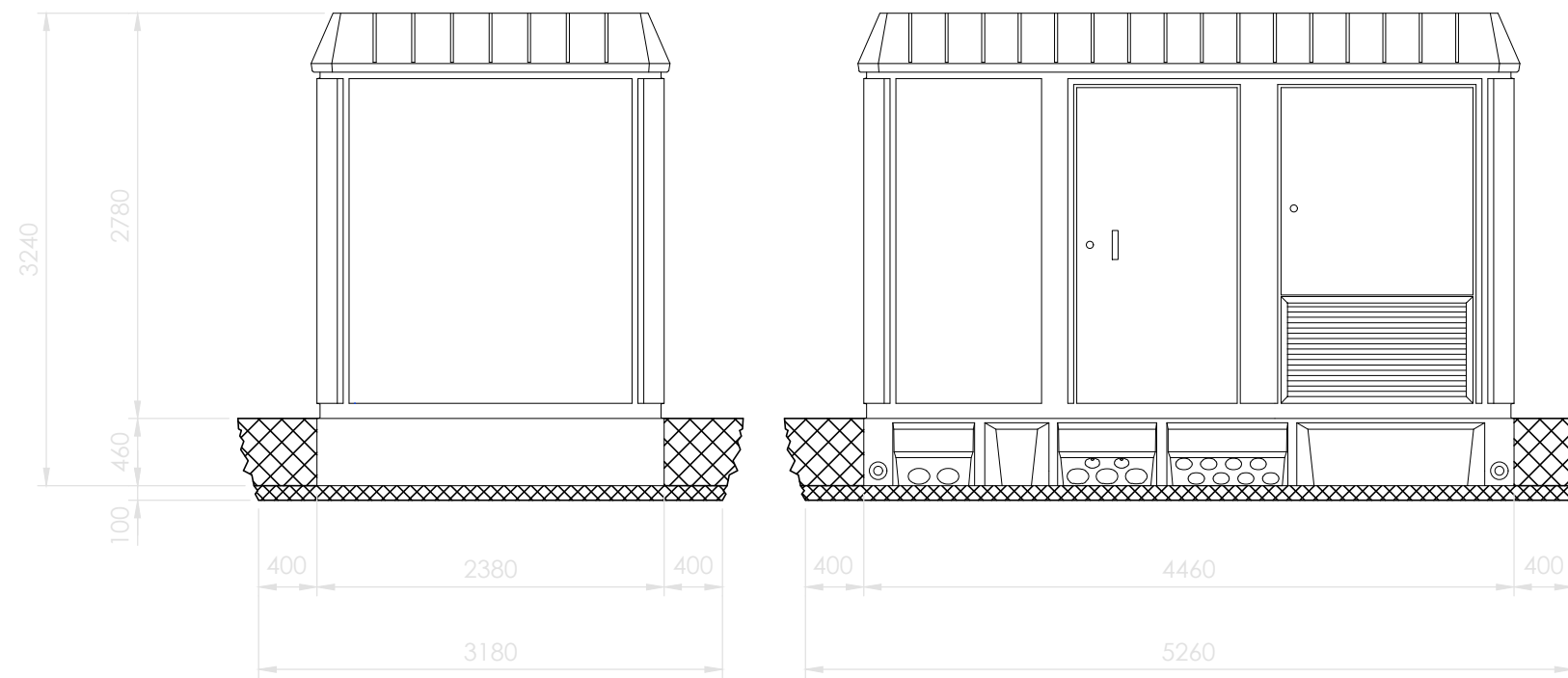
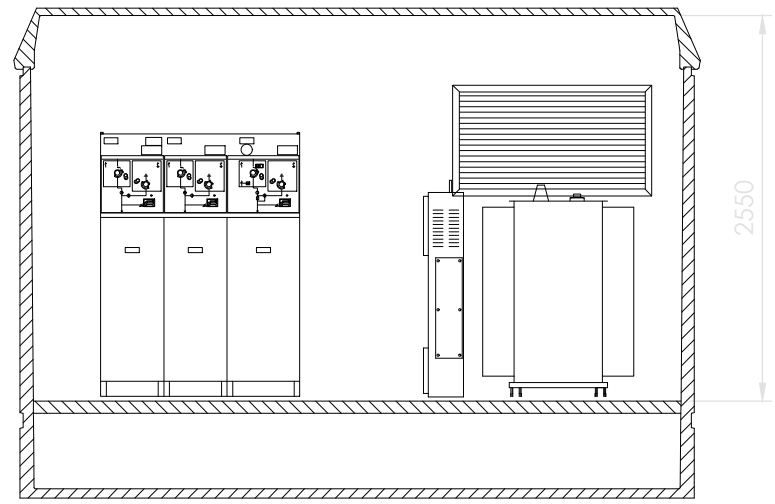
ESQUEMAS UNIFILARES SUBCUADRO PISCINA

IEL-14

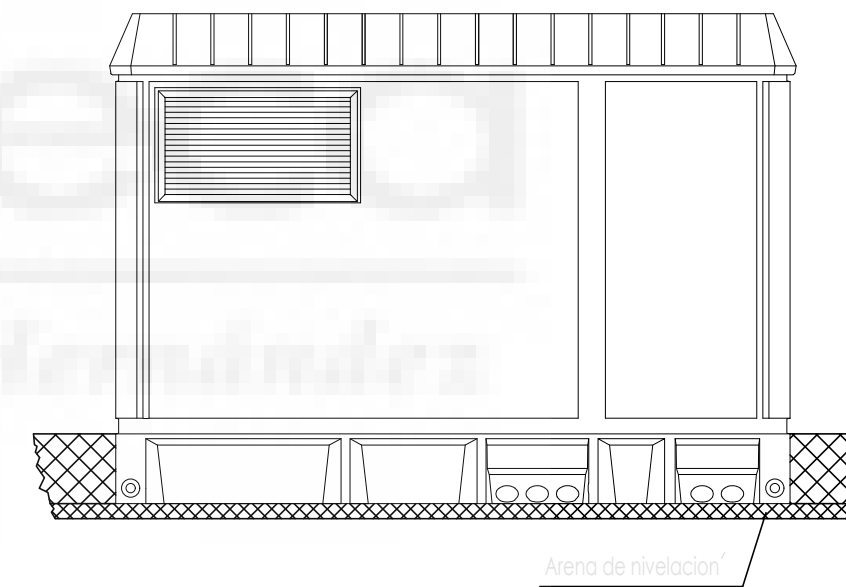
5.2. PLANOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.2.1. PLANO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN



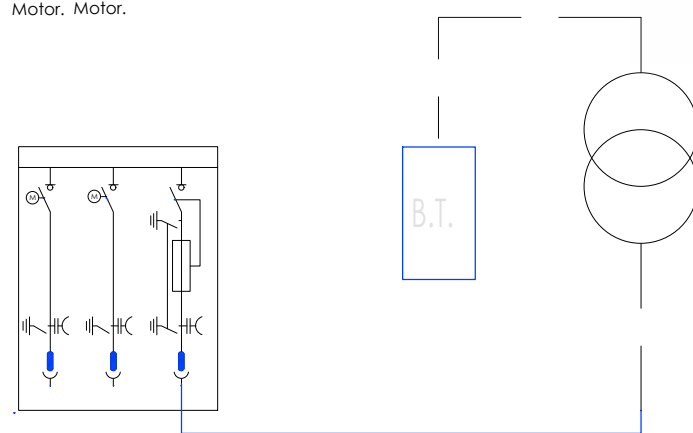


Biblioteca
UNIVERSITAT Miguel Hernández



DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

Motor. Motor.



TRABAJO FINAL DE GRADO JAVIER MELGAREJO

SITUACIÓN: C/ COMPTES DE DARNIUS, VALLROMANES, BARCELONA

FECHA: MARZO 2023

ESCALA: 1/50

DISCIPLINA:

EJECUCIÓN

NÚMERO:

JAVIER MELGAREJO FABREGAT

DETALLE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

CT-1

6. LISTADO DE FIGURAS, TABLAS Y FUENTES DOCUMENTALES



6.1. LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Vista en planta de la ubicación del edificio y el centro de transformación

Figura 2: Esquema del Edificio y numeración de las viviendas

Figura 3: Contador monofásico para vivienda

Figura 4: Cuadros BT - B2 Transformador 1: *addibo.urban Enel*

6.2. LISTADO DE TABLAS

En este apartado se listarán todas las Tablas que han aparecido en el presente documento

Tabla 1: Asignación de circuitos a TC y puntos de alumbrado en planos

Tabla 2: Potencia prevista PB

Tabla 3: Potencia prevista en viviendas P01

Tabla 4: Potencia prevista en viviendas P02

Tabla 5: Previsión de potencia en caja de escalera

Tabla 6: Previsión de potencia SG

Tabla 7: Previsión de potencia total de viviendas con grado de electrificación elevado

Tabla 8: Previsión total de cargas del edificio

Tabla 9: Consumos y tensión cuadro de Servicios Generales

Tabla 10: Consumos y tensión Cuadro Escalera

Tabla 11: Estimación de reactancia en cables según sección

Tabla 12: Fórmulas cálculo de secciones

Tabla 13: Cálculo de secciones en DI de vivienda

Tabla 14: Cálculo de secciones en DI trifásicas

Tabla 15: Cálculo LGA

Tabla 16: Potencia prevista en edificio y reparto en CGPs

6.3. FUENTES DOCUMENTALES

Bibliografía

- <https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Paginas/guia-tecnica-aplicacion.aspx>
- <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SI/DBSI.pdf>
- <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HE/DBHE.pdf>
- <https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Paginas/reglamento-2002.aspx>
- Reglamento Electrotécnico de Baja tensión y sus instrucciones Técnicas Complementarias, 7ª edición Editorial: PLCmadrid