



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión de 350 kW
para un polideportivo.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

AUTOR/A: Simó Viñes, Eduardo

Tutor/a: Sapena Bañó, Ángel

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Detalle de la ocupación del recinto	5
Tabla 2. Características del transformador	7
Tabla 3. Potencia total receptores Fuerza	10
Tabla 4. Potencia total receptores Alumbrado	10
Tabla 5. Potencia total instalada	11
Tabla 6. Canalización instalación	12
Tabla 7. Iluminancia según actividad (Fuente: CTE).....	14
Tabla 8. Factor mantenimiento (Fuente: Libro Tecnología eléctrica).....	15
Tabla 9. Intensidades de cálculo para protección contra sobrecargas.....	28
Tabla 10. Intensidades de cálculo para protección contra cortocircuito...	34
Tabla 11. Potencia total receptores de Alumbrado	35
Tabla 12. Potencia total receptores Fuerza	37
Tabla 13. Potencia total instalada	37
Tabla 14. Cálculos de caída de tensión y selección de protecciones.....	50
Tabla 15. Cálculo potencia reactiva de los receptores	58
Tabla 16. Potencia reactiva total calculada	58
Tabla 17. N.º de escalones de reactiva calculados	59
Tabla 18. Sección de conductor de puesta a tierra (Fuente: REBT).....	84
Tabla 19. Selección conductor de neutro (Fuente: Libro Tecnología eléctrica).....	85

1 MEMORIA

INDICE

1.- MEMORIA	2
1.1.- OBJETO DEL PROYECTO	4
1.2.- EMPLAZAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.	4
1.3.- REGLAMENTACIÓN Y NORMAS TÉCNICAS.	5
1.4.- CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES	6
1.4.1.- Esquema de distribución de la instalación	6
1.4.2.- Sistema de alimentación. Tensión de alimentación.	7
1.4.3.- Características del Centro de Transformación	7
1.4.4.- Potencia eléctrica prevista en alumbrado, fuerza motriz y otros usos.	8
1.4.5.- Potencia Total Prevista para la Instalación.	11
1.4.6.- Instalación cuadro general de protección y cuadros secundarios	11
1.4.7.- Tipos de conductores e identificación de estos	12
1.4.8.- Tomas de corriente	13
1.4.9.- Aspectos técnico-económicos	13
1.5.- PUESTA A TIERRA	13
1.6.- ALUMBRADO	14
1.6.1.- Diseño del alumbrado general	14
1.6.2.- Luminarias empleadas	15
1.6.3.- Diseño de iluminación de evacuación	15
1.7.- Locales húmedos	16
1.8.- Locales mojados	16

1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El siguiente trabajo de final de grado se centra en el diseño de la instalación eléctrica de baja tensión de un recinto deportivo. La instalación proyectada concuerda con los objetivos de desarrollo sostenible marcados por la unión europea, ya que tratará de hacer un recinto eficiente y que cumpla con la legislación vigente. Este recinto consta de una piscina cubierta, un gimnasio, una cafetería y una tienda.

El proyecto pretende que la instalación sea segura, protegiendo a las personas y a los bienes, garantizando un correcto funcionamiento de las actividades que se lleven a cabo. También tiene como objeto legalizar esta instalación ante la administración, justificando que la ampliación cumple con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, con el fin de conseguir la autorización administrativa y su ampliación en el registro industrial.

1.2 EMPLAZAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

La instalación proyectada se sitúa en un pabellón deportivo que cuenta con una superficie útil construida, dividida en dos plantas y un sótano, de 1984,07 m². En total, la parcela tiene una dimensión de unos 1216 m² como se puede apreciar en el plano 01 adjunto al presente documento. La instalación se alimentará de un centro de transformación de abonado que no será objeto del presente proyecto, pero del que se harán diversos cálculos que se necesitan para el cálculo de la instalación.

La instalación climática y de agua caliente sanitaria no se calculará ni es objeto del presente proyecto, sin embargo, se preparará la instalación eléctrica de baja tensión con tomas de corriente habilitadas exclusivamente para ello.

El recinto consta de dos plantas y un sótano. En el sótano, se localizarán las dos salas técnicas del edificio, una de ellas dispondrá de los equipos de filtrado y depuración de la piscina y los equipos de agua caliente sanitaria. En la otra sala se encontrará el control de los equipos de climatización exterior y los equipos de funcionamiento básico del edificio, como los de telecomunicaciones. En la planta baja quedará emplazada la piscina, la cafetería, la tienda y los vestuarios. Finalmente, en la primera planta se situará el gimnasio y unos aseos. En ambas plantas encontraremos sala de botiquín y de limpieza.

Respecto a la ocupación del recinto, de acuerdo al CTE-DB-SI-3, se obtiene la siguiente ocupación máxima, calculada como el cociente entero entre la superficie y el ratio que nos proporciona el CTE. En la tabla 1 se detalla dicha ocupación por zonas del edificio y por plantas.

CÁLCULO OCUPACIÓN SEGÚN CTE			
LOCAL	SUPERFICIE (m ²)	RATIO	OCUPACION
SÓTANO			
SALA TÉCNICA 1	71,79	40	1
SALA TÉCNICA 2	107,32	40	2
PASILLO	77,98	-	0
SUPERFICIE TOTAL PLANTA SÓTANO			257,09
OC TOTAL PLANTA SOTANO			3

PLANTA BAJA			
TIENDA	41,58	1,5	27
ALMACEN TIENDA	10,6	40	0
VESTUARIO PERSONAL	9,29	3	3
BAÑO PERSONAL	8,84	3	2
SALA CAFETERIA	86,9	3	28
COCINA	18,29	10	1
ALMACEN RESTAURANTE	11,22	40	0
VESTUARIO M	40,53	3	13
ASEO M	16,41	3	5
ASEO F	16,72	3	5
VESTUARIO F	40,54	3	13
CUARTO LIMP	2,82	-	0
BOTIQUIN	1,47	10	1
SALA STAFF	39,25	20	1
PISCINA	154,75	5	30
TERRAZA PISCINA	565,47	15	37
ALM MAT PISCINA	36,6	40	0
ALM OTROS USOS	24,5	40	0
HALL + PASILLO	125,22	-	0
SUPERFICIE TOTAL PLANTA BAJA			1251
OC TOTAL PLANTA BAJA			166
PLANTA PRIMERA			
SALA CARDIO	106,15	5	21
SALA MUSCULACIÓN	72,65	3	24
SALA ENTR 1	40,4	3	13
SALA ENTR 2	83	3	27
ALM MATERIAL	11,1	40	0
BAÑOS M	16,69	3	5
BAÑOS F	16,72	3	5
CUARTO LIMP	2,82	-	0
BOTIQUIN	1,47	10	0
PASILLO	124,98	-	0
SUPERFICIE TOTAL PLANTA PRIMERA			475,98
OC TOTAL PLANTA PRIMERA			95
SUPERFICIE TOTAL UTIL			1984,07
OCUPACIÓN TOTAL			264

Tabla 1. Detalle de la ocupación del recinto

1.3 REGLAMENTACIÓN Y NORMAS TÉCNICAS.

Para la redacción de este proyecto y posterior ejecución se han tenido en cuenta los Reglamentos y normas vigentes, y en particular las siguientes:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, R.D. 842/2002 de 2 de agosto. BOE núm. 224 de 18 de septiembre de 2002.
- R.D. 2135/1980 de liberalización industrial.

- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- Real Decreto 559/2010, de 7 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento del Registro Integrado Industrial.
- Resolución de 8 de septiembre de 2006, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se modifica la de 14 de marzo de 2006, por la que se establece la tabla de potencias normalizadas para todos los suministros en baja tensión.
- 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.
- Resolución de 20 de junio de 2003, de la Dirección General de Industria y Energía, por la que se modifican los anexos de las órdenes de 17 de julio de 1989 de la Conselleria de Industria, Comercio y Turismo, y de 12 de febrero de 2001 de la Conselleria de Industria y Comercio, sobre contenido mínimo de los proyectos de industrias e instalaciones industriales (DOGV núm. 4589, de 17/09/03).
- Resolución de 30-04-1993 de la Dirección General de Industria y Energía por la que se actualiza la recomendación UNESA EU 1404 D por la 1404 E.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1.997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los lugares de trabajo.
- Normas particulares de la compañía suministradora de energía.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. BOE núm. 303 de 17 de diciembre.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.

1.4 CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES

El funcionamiento del recinto es el tipo de esta actividad, consistente en la realización de actividades físicas tanto en sala como en piscina, individuales o en grupo, de manera autónoma o mediante el uso de máquinas eléctricas específicas.

La actividad se corresponde con los siguientes epígrafes según CNAE 2009:

- 9313: Actividades de los gimnasios

1.4.1 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Lo primero que se ha de pensar a la hora de diseñar una instalación eléctrica de baja tensión es que sistema de distribución se va a emplear. En el cálculo de la instalación se han barajado dos opciones distintas: TN o TT. El esquema TN aúna la puesta a tierra del neutro del transformador y las masas de baja tensión. El TT usa un sistema de puesta a tierra independiente para el neutro del transformador y otro para las puestas a tierra, además, su implantación requiere de protección diferencial para proteger a las personas.

Respecto al esquema TN, se requiere que los equipos que se utilicen tengan un nivel de aislamiento alto para que sea seguro, y económicamente, aunque la inversión inicial es menor, el mantenimiento es más costoso. Por tanto, al no poder asegurar el

nivel de aislamiento de los equipos, y al ser muchos de estos, sobre todo los del gimnasio, utilizados por el público general, se diseñará la instalación con el esquema TT.

El esquema TT, descrito en la ilustración 1 que se muestra a continuación, no precisa que los equipos que se empleen tengan un alto nivel de aislamiento ya que la protección diferencial protege de contactos indirectos. Además, esta protección es mucho más recomendable ante el desgaste propio de la instalación por su uso ya que al ser usado por público general, va a ser susceptible de sufrir daños que, sin la protección contra contactos indirectos, la protección no podría ser considerada segura.

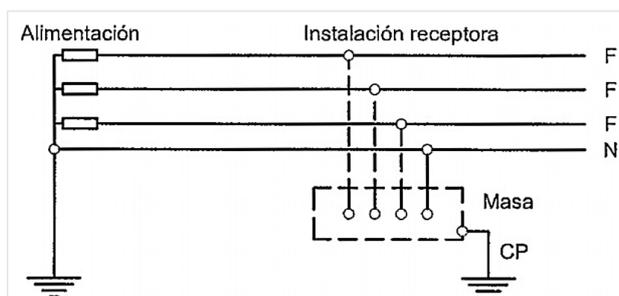


Ilustración 1. Esquema de distribución TT (Fuente: REBT)

1.4.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN. TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN.

El suministro de energía es en tensión alterna trifásica de 400 V con esquema de distribución TT. Al ser la potencia de la instalación mayor que 100 kW, según normativa es necesario instalar un nuevo centro de transformación de abonado que dé suministro al recinto, este centro no es objeto de este proyecto, pero se describirán las condiciones mínimas que éste debe cumplir. En la tabla 2 se muestran las características del transformador.

TRANSFORMADOR	POTENCIA DEL CENTRO (KVA)	PROTECCIÓN GENERAL BT (A)	REGLACIÓN PROTECCIÓN GENERAL (%)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (A)
Transformador	400	630	100	630

Tabla 2. Características del transformador

1.4.3 CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Pese a que el centro de transformación no es objeto de este proyecto, se añade una breve descripción de este con el fin de imponer restricciones que este debe cumplir para que la instalación de baja tensión no se vea comprometida.

El centro de transformación es un centro de transformación de abonado en caseta prefabricada de hormigón en el exterior del recinto con capacidad para un transformado de 400 kVA.

Este estará dividido en dos zonas, de compañía y de abonado tal y como se ve en los planos añadidos.

La zona de compañía es donde se encontrarán las celdas de entrada y salida.

En la zona de abonado se encuentran la celda de protección y la de medida y todos los elementos que estas contienen.

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

A continuación, en las tablas 3 y 4 se exponen los receptores para los que se va a diseñar la instalación, tanto de fuerza como de alumbrado, la localización en el recinto está descrita en los planos adjuntos 01 y 02 (alumbrado y fuerza).

MAQUINARIA			
Receptor	Potencia(W)	Cantidad	Total (W)
UINT	2250	17	38250
PUERTA	2500	1	2500
PERSIANAS	1500	2	3000
RESERVA	1	15	15
TORNOS	1850	1	1850
CONTROL	8000	1	8000
FUENTE	400	1	400
TV	800	1	800
ALTAV PISC	2200	2	4400
ALTAV VESTUARIOS	1700	1	1700
FUERZA	2000	2	4000
SECAMANOS	1200	5	6000
RADIADOR	1600	5	8000
VT	1600	1	1600
TC SALA STAFF	2600	1	2600
COM SALA STAFF	1800	1	1800
UUVV	2500	12	30000
VENDING	1800	1	1800
MOSTRADOR TIENDA	2300	1	2300
ALTAV TIENDA	1900	1	1900
RUTER TIENDA	800	1	800
FUENTE	1300	2	2600
CINTAS	2750	10	27500
BICIS	2000	6	12000
ELEVADOR	2250	1	2250
USOS VARIOS MUSC	2500	4	10000
ALATAV MUSC	1750	1	1750
ALTAV CARD	2500	3	7500
USOS VARIOS ENTR	2500	4	10000
USOS VARIOS LIMBOT	2500	1	2500

SECAMANOS	1200	4	4800
FUERZA	2000	2	4000
RUTER	1500	2	3000
FUENTE	450	1	450
UI AA	2200	2	4400
RECUPERADOR	1500	1	1500
EXTRACCION	900	1	900
APORTE COCINA	1500	1	1500
ELECTROVALVULA	900	1	900
CONGELADOR	2600	1	2600
NEVERA	2300	1	2300
FREIDORA	6000	1	6000
PLANCHA	3500	1	3500
LAVAVAJILLAS	2450	1	2450
TOSTADOR	1500	1	1500
GRIFO + ENFR CERV	1700	1	1700
MICROONDAS	2150	1	2150
MAQ HIELO	900	1	900
MOLINILLOS	520	1	520
CAFETERA	3800	1	3800
TERMO	1500	1	1500
NEVERA BARRA	1600	1	1600
ALARMA	1500	1	1500
RACK	4500	1	4500
RUTERS	1500	1	1500
AEROTERMIA	3000	2	6000
CONTROL CLIMA	300	1	300
DESHUMECTADORA	1550	1	1550
UEXT	3800	8	30400
UINT PAS	2200	8	17600
GRUPO PCI	5500	1	5500
BOMBA FILT PISC	2400	6	14400
CONTROL PH/COLORO	500	1	500
ELECTROLISIS PISC	500	2	1000
BOMBA DOSIF PISC 1	500	4	2000
BOMBA PISC PRIM	550	2	1100
RET ACS	1120	1	1120

AFS	1760	1	1760
DESCALCIFICADOR	250	1	250
POTENCIA TOTAL INSTALADA			340765 W
			340,765 kW

Tabla 3. Potencia total receptores Fuerza

ALUMBRADO			
Receptor	Potencia	Cantidad	Total
PLANTA SÓTANO			
LED EMPOTRADO EN TECHO CUADRADO	48	14	672
EMERGENCIAS	4	13	52
PLAFÓN LED EMPOTRADO EN TECHO	116	5	580
PLANTA BAJA			
LED EMPOTRADO EN TECHO CUADRADO	48	17	816
EMERGENCIAS	4	76	304
TUBO LED	27	20	540
PLAFÓN LED EMPOTRADO EN TECHO	116	8	928
FOCO LED PISCINA	58	10	580
LED EMPOTRADO EN TECHO REDONDO	28	16	448
PLANTA PRIMERA			
LED EMPOTRADO EN TECHO CUADRADO	48	33	1584
EMERGENCIAS	4	36	144
PLAFÓN LED EMPOTRADO EN TECHO	116	9	1044
LED EMPOTRADO EN TECHO REDONDO	28	10	280
POTENCIA TOTAL INSTALADA			7972 W
			7,972 kW

Tabla 4. Potencia total receptores Alumbrado

1.4.5 POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN.

La instalación proyectada queda descrita en los esquemas unifilares de los planos 03 anexos, y de acuerdo con las necesidades de la instalación, se obtiene la potencia total prevista instalada, detallada en la tabla 5:

Tipo	Potencia instalada (kW)
Maquinaria	340,77
Alumbrado	7,97
POTENCIA TOTAL INSTALADA (kW)	348,74

Tabla 5. Potencia total instalada

Según el REBT, al ser el suministro de la instalación desde un nuevo centro de transformación de abonado a instalar, no se aplicarán coeficientes de simultaneidad en la instalación, ya que, pese a que se asume que todos los equipos de la instalación no funcionarán simultáneamente, el centro de transformación debe ser capaz de suministrar toda la potencia que se solicite. De esta forma, obtenemos una instalación con una potencia instalada de 350 kW, que se protegerá mediante un interruptor automático de 630 A regulable.

Para los cálculos posteriores, se asumirá un factor de potencia o $\cos\varphi$ de 0,95 ya que, aunque el de los equipos instalados sea menor, se colocarán baterías de condensadores para compensar este parámetro de la instalación.

A continuación, se calcula la potencia máxima admisible de la instalación, la cual viene determinada por el interruptor automático general que se instalará en el cuadro general de baja tensión:

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\varphi = \sqrt{3} \times 400 \times 630 \times 0,95 = 414.642,97 \text{ W}$$

Siendo:

P: Potencia activa máxima admisible(W).

V: Tensión que circula por el cable (V).

I: Intensidad admisible (A).

$\cos\varphi$: factor de potencia.

Por tanto, al ser la potencia instalada, menor que la potencia máxima admisible de la instalación, se concluye que la instalación proyectada es segura.

1.4.6 INSTALACIÓN CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN Y CUADROS SECUNDARIOS

El cuadro general de mando y protección, junto a la aparamenta que integra, se encarga de proteger tanto la instalación eléctrica de baja tensión como a las personas que se encuentren en el recinto ante cualquier defecto que se pueda producir.

Este recibe la corriente del centro de transformación para abastecer a toda la instalación, por lo que es importante que no se aleje mucho de esta para poder abastecer a toda la instalación minimizando las pérdidas que pueda haber y el coste del conductor, ya que es el más costoso por su alta sección.

La cantidad de cuadros secundarios que se ha decidido instalar se ha determinado con la intención de obtener una instalación eléctrica práctica y segura a la

hora de realizar las actividades y su mantenimiento, siempre teniendo en cuenta la sostenibilidad.

De esta forma, se proyectan los siguientes 5 cuadros que protegerán la totalidad de la instalación eléctrica y se dispondrán según aparece en los planos adjuntos y se detalla en la tabla 6:

CUADROS PRESENTES EN LA INSTALACIÓN	
CUADROS	CANALIZACIÓN
CGBT - PLANTA BAJA	Bandeja Perforada
CS - RESTAURANTE	Bandeja Perforada
CS - PLANTA PRIMERA	Bandeja Perforada
CS - SALTA TÉCNICA 1	Bandeja Perforada
CS - SALA TÉCNICA 2	Bandeja Perforada

Tabla 6. Canalización instalación

1.4.7 TIPOS DE CONDUCTORES E IDENTIFICACIÓN DE ESTOS

Para la derivación individual, se emplearán conductores de cobre, aislados y generalmente unipolares, con una tensión nominal de 0,6/1 kV. Se seguirá el código de colores establecido en la ITC-BT-19: azul claro para el neutro, y negro, marrón y gris para las fases. Estos cables deberán tener propiedades de no propagación de incendios, emisión reducida de humos y opacidad reducida. Los cables que cumplan con las características equivalentes a la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5, o la norma UNE 211.002 (según la tensión nominal del cable), cumplirán con este requisito.

En cuanto a la instalación interna, se utilizarán cables de cobre electrolítico, aislados y con cubierta mineral, con una tensión nominal de 0,6/1 kV. Se seguirá el código de colores especificado en la ITC-BT-19, y los cables podrán ser unipolares o multipolares.

Se ha optado por emplear cables de polietileno reticulado (XLPE), a pesar de ser más costosos que los de policloruro de vinilo (PVC), debido a su capacidad para resistir temperaturas más elevadas sin deteriorarse, lo cual les permite soportar corrientes más altas y mantenerse en óptimas condiciones durante un tiempo prolongado bajo igualdad de corriente.

Asimismo, se ha decidido utilizar cables que no propaguen incendios y que tengan una emisión reducida de humos y opacidad. El cable estandarizado utilizado será el RZ1-K (AS) 0,6/1 kV. Si bien esto incrementará el costo de la instalación, proporcionará una mayor seguridad contra incendios.

Canalizaciones fijas.

Las canalizaciones irán adosadas a la pared. Constarán de bandejas perforadas, tubos de XLPE rígido y tubos de XLPE flexible. Cumplirán, la ITC-BT 20 y 21, según proceda.

Canalizaciones móviles

El cable será flexible con tensión de 0,6/1 kV. Debe tener además de los conductores activos, un conductor de tierra claramente identificado y de color según reglamento (amarillo y verde).

Los cables se instalarán bajo tubo flexible de XLPE. Se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

Se prestará especial atención para que las características de la instalación establecidas en la Tabla 6 de la ITC-BT 21 se conserven en todo el sistema, especialmente en las conexiones.

1.4.8 TOMAS DE CORRIENTE

Se instalarán tomas de corriente por toda la superficie de la nave, debido al uso de maquinaria móvil y de aparatos que necesitan tomas de corriente para ser utilizados. Cumplirán con lo establecido en la ITC-BT 19; deberán ser del tipo indicado en la UNE 20315, según sistema de instalación.

Estas tomas quedan detalladas en el esquema unifilar adjunto y calculadas en el documento de cálculos justificativos de este proyecto.

1.4.9 ASPECTOS TÉCNICO-ECONÓMICOS

A la hora de diseñar la instalación, se ha priorizado la seguridad de esta y la de las personas, de esta forma, pese a que se encarezca un poco el precio de la ejecución, se dota a la instalación de más seguridad y se prolonga su vida útil al utilizar cables que aguantan más trabajando en las mismas condiciones que los mínimos exigidos por el reglamento.

En el resto de la instalación se ha intentado reducir las secciones del cableado dentro de lo posible con la intención de ahorrar costes, debido que a menor sección menor precio, al igual que, a menor magnitud de los interruptores menor precio. No obstante, una de las premisas era la de realizar una instalación sobredimensionada para, como se ha dicho previamente, hacer una instalación que perdure en el tiempo.

1.5 PUESTA A TIERRA

En una instalación eléctrica, el sistema de puesta a tierra evita que, si se produce un defecto de aislamiento, la masa quede a una tensión respecto de tierra, originando una corriente de defecto que se deriva a tierra.

Esta derivación se produce mediante un sistema de conductores y electrodos enterrados y protegen la instalación tanto de defectos de aislamiento como de descargas atmosféricas.

La elección de los materiales que conforman este sistema debe cumplir:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y funcionamiento de la instalación y se mantenga a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto deben poder circular de manera segura
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones de influencia externa
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

1.6 ALUMBRADO

Con el fin de que las personas que se encuentren realizando cualquier actividad en el interior de la instalación, las puedan desarrollar de manera cómoda y segura, es importante conseguir un buen alumbrado. Para poder conseguirlo se proyecta bajo los criterios de uniformidad, deslumbramiento e iluminancia horizontal.

- La uniformidad es el cociente entre la iluminancia mínima y la iluminancia media de un local. Por lo general una uniformidad del 80% en el alumbrado general se considera una iluminación correcta.
- El deslumbramiento es un fenómeno que se mide por medio del Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR). Y no hay que sobrepasar unos valores de UGR para que los deslumbramientos no molesten a los trabajadores y puedan desarrollar de manera adecuada su trabajo.
- La Iluminancia horizontal, el nivel de iluminancia de un local viene determinado por la actividad que se realiza en el mismo, siendo de aplicación los valores que indica la norma UNE EN 12464-1.

Además, según el CTE HE 3, sobre la eficiencia energética, el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación no podrá ser mayor que 4.

Asumiendo toda esta información, se establecen los siguientes valores mínimos de iluminancia para cada zona del recinto, detallados en la tabla 7.

Tipo de actividad	Iluminancia (lux)	Ra
Piscina	100	80
Almacenes y cuartos de almacén	100	60
Áreas de circulación y pasillos	100	40
Cafetería	300	80
Gimnasio	500	80
Vestuarios	200	80
Salas técnicas	100	60
Escaleras	100	40

Tabla 7. Iluminancia según actividad (Fuente: CTE)

Siendo Ra el índice de rendimiento en color. A la vista del estudio luminotécnico realizado con el software Dialux, podemos concluir que la instalación de alumbrado cumple con los mínimos exigidos.

1.6.1 DISEÑO DEL ALUMBRADO GENERAL

Para diseñar el alumbrado de la planta industrial se ha realizado calculando la iluminancia media del local que se ha calculado mediante el programa informático Dialux.

La iluminancia media del local se determina con la siguiente con la siguiente expresión:

$$E_{med} = \frac{\eta \times u_h \times m \times n \times \Phi_{total}}{A}$$

Siendo:

E_{med}: iluminancia media (lux).
n: número de luminarias.

Φ_{total} el flujo total emitido por las luminarias.

A: área del plano de trabajo (m²).
m: el factor de mantenimiento.

η : el rendimiento de la luminaria.

uh: el factor de utilización.

Todos estos datos vienen dados por la geometría del local o por la hoja técnica de las luminarias.

Para el factor de mantenimiento se ha seguido la tabla 8, tomada del libro de tecnología eléctrica.

Clasificación de la sala	Factor de mantenimiento según el grado de suciedad de las superficies de la sala y las luminarias	Factor de mantenimiento total
Limpio	0,9	0,8
Mediano	0,8	0,7
Sucio	0,7	0,6

Tabla 8. Factor mantenimiento (Fuente: Libro Tecnología eléctrica)

Considerando el factor de mantenimiento según el grado de suciedad de 0,7.

1.6.2 LUMINARIAS EMPLEADAS

Se adjuntan en los documentos anexos relativos a luminarias las especificaciones técnicas de los equipos usados en la iluminación correcta del recinto.

1.6.3 DISEÑO DE ILUMINACIÓN DE EVACUACIÓN

Es la parte de alumbrado de emergencia y seguridad previsto para garantizar el reconocimiento de las vías de evacuación en caso de que sea necesario en el momento que ocurra algún imprevisto y el establecimiento esté ocupado.

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

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

Alumbrado de evacuación.

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

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux. En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

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

Alumbrado ambiente o anti-pánico.

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

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

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

1.7 LOCALES HÚMEDOS

Entran dentro de esta definición los aseos, vestuarios, zona de baño/vaso piscina y cocina de cafetería presentes dentro de la edificación y presenten de forma momentánea o permanente condensación en el techo y paredes, manchas salinas o moho, aun cuando no aparezcan gotas o se encuentren impregnados de agua.

Por lo que la instalación eléctrica deberá cumplir las prescripciones de la referida ITC BT 30, en su punto 1. Todos los elementos de la instalación presentes en este tipo de instalaciones estarán protegidos contra las proyecciones de agua, IPX1. No serán de clase 0.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de estas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX1. Las canalizaciones prefabricadas tendrán el mismo grado de protección IPX1.

1.8 LOCALES MOJADOS

Entran dentro de esta definición los locales y recintos presentes dentro de la edificación que presenten en los suelos, techos y paredes estén o puedan estar impregnados de humedad y donde se vean aparecer, aunque sea solo temporalmente, lodo o gotas gruesas de agua debido a la condensación o bien están cubiertos con vaho durante largos periodos.

Por lo que la instalación eléctrica deberá cumplir las prescripciones de la referida ITC BT 30, en su punto 2. Todos los elementos de la instalación presentes en este tipo de instalaciones estarán protegidos contra las proyecciones de agua, IPX4. No serán de clase 0.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán, además las condiciones para locales húmedos del apartado anterior.

2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	17
2.1.- CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	19
2.1.1.- TENSIÓN NOMINAL Y CAIDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE.	19
2.1.2.- CRITERIO TÉRMICO	19
2.1.3.- CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN	20
2.1.4.- POTENCIA TOTAL INSTALADA.	34
2.1.5.- POTENCIA TOTAL PREVISTA.	37
2.1.6.- CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.	37
2.1.7.- TABLAS DE RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS	37
2.1.8.- CÁLCULO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.	51
2.1.9.- CÁLCULO DE COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	53

2.1 CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

2.1.1 TENSIÓN NOMINAL Y CAIDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE.

La tensión nominal de la instalación será 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro.

La sección de los conductores empleada vendrá determinada por la caída de tensión e intensidad que son capaces de soportar los distintos tipos de conductores dependiendo de la potencia que alimentan y del tipo de la instalación.

La caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización será menor del 5% para la instalación de fuerza y del 3% para la del alumbrado (ITC-BT-19, Art 2.2.2). Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

La simultaneidad de los aparatos utilizados vendrá dada en función de la información aportada por el usuario propietario de la instalación a realizar y en función de lo acordado se harán los cálculos pertinentes.

2.1.2 CRITERIO TÉRMICO

Para aplicar este criterio lo primero que debemos hacer es calcular I_b .

Sistema Trifásico

Para la intensidad

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi \times R} = \text{amperios (A)}$$

Sistema Monofásico:

Para la intensidad

$$I = \frac{P_c}{U \times \cos \varphi \times R} = \text{amperios (A)}$$

Siendo:

P_c = Potencia de Cálculo (W).

I = Intensidad (A).

U = Tensión de Servicio (V).

$\cos \varphi$ = Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

Se va a realizar un ejemplo de la línea de la toma de corriente que va al receptor de la puerta del CGBT:

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos(\varphi)} = \frac{3000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,95} = 4,56 \text{ A}$$

La línea calculada está compuesta por cables unipolares de cobre aislada mediante XLPE e instalada bajo tubo, siendo su referencia la B1. Utilizándose un $\cos \varphi = 0,95$ debido a que se ha rectificado con el uso de la compensación de la potencia reactiva. Considerando una temperatura ambiente de 40 °C debido a la situación del emplazamiento, la intensidad se verá modificada por el factor de corrección de la temperatura siendo $K_t = 0,91$, según la TABLA 52-D1.

Quedando la intensidad demandada:

$$I_1 = \frac{4,56}{0,91} = 5,01 \text{ A}$$

Una vez conocida la intensidad demandada, utilizando la TABLA A52-1, y siguiendo los parámetros correspondientes la intensidad admisible que soporte dicha intensidad es:

23A de S=1,5 mm₂

Estando los datos normalizados vamos a adecuarlos a las condiciones de nuestra instalación:

$$I_z = 23 \times 0,91 = 57,33 \text{ A}$$

2.1.3 CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN

Siendo la caída de tensión de la derivación individual igual al 0,48%, vamos a proceder al cálculo de la caída de tensión de la línea correspondiente.

Antes de comenzar con el cálculo de la sección mediante la caída de tensión antes debemos calcular la impedancia de la línea:

$$R = \frac{\rho \times l}{n \times S} = \frac{0,0243 \times 20}{1 \times 16} = 0,0304 \Omega$$

Siendo:

ρ : resistividad del terreno (Ωm).

l : longitud del cable (m).

n : número de conductores.

S : Sección del cable (mm^2).

Conductividad Eléctrica

$$k = \frac{1}{\rho}$$

$$\rho = \rho_{20} [1 + \alpha(T - 20)]$$

$$T = T_0 + \left[(T_{\max} - T_0) \times \left(\frac{I}{I_{\max}} \right)^2 \right]$$

Donde:

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$C_u = 0.01724$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$C_u = 0.00392$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Calculando primero la temperatura del conductor:

$$T_{cu} = 40 + (90 - 40) \times \left(\frac{44,06}{57,33}\right)^2 = 69,53 \text{ °C}$$

Siendo para esta temperatura la resistividad del material conductor:

$$\rho = 0,01724 \times \frac{234 + 124,65}{254,5} = 0,0243 \text{ } \Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$$

Considerando una reactancia nula, debido a que es pequeña y su valor es despreciable frente al de la resistencia, nos quedaría una caída de tensión igual a:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I_b \times (R \times \cos(\varphi) + X \times \text{sen}(\varphi)) = \mathbf{4,28 \text{ V}}$$

$$\varepsilon(\%) = \left(\frac{4,28}{400}\right) \times 100 = 1,07 \%$$

Siendo la caída de tensión total de **1,57% < 6,5%**, por lo que la sección de **14 mm²** cumple ambos criterios.

Protección frente a Sobrecargas

Si por un conductor circula una intensidad mayor que la prevista ($I > I_z$), su temperatura aumenta y puede alcanzar temperaturas mayores que la admisible en un tiempo de calentamiento determinado, esto puede ocasionar daños en el aislamiento del cableado si se produce durante un tiempo determinado. Ante la dificultad de calcular tiempos plantea la protección frente a sobrecargas con la siguiente comprobación:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

Ib: intensidad utilizada en el circuito.

Iz: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

In: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, In es la intensidad de regulación escogida.

I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección.

En la práctica I2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

En la tabla 9, se muestra los resultados obtenidos tras aplicar los cálculos anteriores a cada uno de los receptores de la instalación, los cuales están separados por plantas para mayor detalle:

DENOMINACIÓN	P	In	Ib	It	Iz	I2	1,45xIz
PLANTA BAJA							
PLANTA PRIMERA	84091,2	100	127,7633604	143	130,13	145	188,6885
UINT 1	2250	16	3,418521331	28	25,48	23,2	36,946
UINT 2	2250	16	3,418521331	28	25,48	23,2	36,946
UINT 3	2250	16	3,418521331	28	25,48	23,2	36,946
UINT 4	2250	16	3,418521331	28	25,48	23,2	36,946
UINT 5	2250	16	3,418521331	28	25,48	23,2	36,946
UINT 6	2250	16	3,418521331	28	25,48	23,2	36,946
UINT TIENDA 1	2250	16	3,418521331	28	25,48	23,2	36,946
U INT TIENDA 2	2250	16	3,418521331	28	25,48	23,2	36,946
PUERTA	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
PERSIANAS 1	1500	16	2,27901422	28	25,48	23,2	36,946
PERSIANAS 2	1500	16	2,27901422	28	25,48	23,2	36,946
RESERVA	1	16	0,001519343	28	25,48	23,2	36,946
TORNOS	1850	16	2,810784205	28	25,48	23,2	36,946
CONTROL	8000	16	12,15474251	49	44,59	23,2	64,6555
FUENTE	400	16	0,607737125	28	25,48	23,2	36,946
TV	800	16	1,215474251	28	25,48	23,2	36,946
ALTAV PISC 1	2200	16	3,34255419	28	25,48	23,2	36,946
ALTAV PISC 2	2200	16	3,34255419	28	25,48	23,2	36,946
ALTAV VESTUARIOS	1700	16	2,582882783	28	25,48	23,2	36,946
RESERVA	1	16	0,001519343	28	25,48	23,2	36,946
VM - FUERZA	2000	16	3,038685627	28	25,48	23,2	36,946
VM - SECAMANOS 1	1200	16	1,823211376	28	25,48	23,2	36,946
VM RADIADOR 1	1600	16	2,430948502	28	25,48	23,2	36,946

VM - RADIADOR 2	1600	16	2,430948502	28	25,48	23,2	36,946
AM - SECAMANOS	1200	16	1,823211376	28	25,48	23,2	36,946
AF - SECAMANOS	1200	16	1,823211376	28	25,48	23,2	36,946
VF - FUERZA	2000	16	3,038685627	28	25,48	23,2	36,946
VF - SECAMANOS 1	1200	16	1,823211376	28	25,48	23,2	36,946
VF - RADIADOR 1	1600	16	2,430948502	28	25,48	23,2	36,946
VF - RADIADOR 2	1600	16	2,430948502	28	25,48	23,2	36,946
VT	1600	16	2,430948502	28	25,48	23,2	36,946
RESERVA	1	16	0,001519343	28	25,48	23,2	36,946
TC SALA STAFF	2600	16	3,950291316	28	25,48	23,2	36,946
COM SALA STAFF	1800	16	2,734817065	28	25,48	23,2	36,946
RESERVA	1	16	0,001519343	28	25,48	23,2	36,946
UUVV BOTIQ.	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
UUVV ALM PIS	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
UUVV ALMACEN OU	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
UUVV PISC 1	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
UUVV PISC 2	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
VENDING	1800	16	2,734817065	28	25,48	23,2	36,946
MOSTRADOR TIENDA	2300	16	3,494488471	28	25,48	23,2	36,946
UUVV TIENDA 1	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
UUVV ALM TIENDA	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
V PERS - SECADOR	1200	16	1,823211376	28	25,48	23,2	36,946
V PERS RADIADOR	1600	16	2,430948502	28	25,48	23,2	36,946
UUVV TIENDA 2	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
RESERVA	1	16	0,001519343	28	25,48	23,2	36,946
ALTAV TIENDA	1900	16	2,886751346	28	25,48	23,2	36,946
RUTER TIENDA	800	16	1,215474251	28	25,48	23,2	36,946
FUENTE 1	1300	16	1,975145658	28	25,48	23,2	36,946
FUENTE 2	1300	16	1,975145658	28	25,48	23,2	36,946
UUVV HALL	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
UUVV PASILLO	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
ALDO HALL	280	10	0,425415988	20	18,2	14,5	26,39
EMERG HALL	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO RECEP	130	10	0,197514566	20	18,2	14,5	26,39
EMERG RECEP	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO PAS PB 1	240	10	0,364642275	20	18,2	14,5	26,39
EMERG PAS PB 1	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO PAS PB 2	280	10	0,425415988	20	18,2	14,5	26,39
EMERG PAS PB 2	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO PAS PB 3	280	10	0,425415988	20	18,2	14,5	26,39
EMERG PAS PB 3	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO VEST PB	340	10	0,516576557	20	18,2	14,5	26,39
EMERG VEST PB	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO ASEOS PB	315	10	0,478592986	20	18,2	14,5	26,39

EMERG ASEOS PB	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO ALMACENES	180	10	0,273481706	20	18,2	14,5	26,39
EMERG ALMACENES	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO PISC 1	420	10	0,638123982	20	18,2	14,5	26,39
EMERG PISC 1	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO PISC 2	420	10	0,638123982	20	18,2	14,5	26,39
EMERG PISC 2	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO PISC 3	420	10	0,638123982	20	18,2	14,5	26,39
EMERG PISC 3	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO BOT + LIMP	110	10	0,16712771	20	18,2	14,5	26,39
EMERG BOT + LIMP	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO TIENDA	450	10	0,683704266	20	18,2	14,5	26,39
EMERG TIENDA	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO ALM TIENDA	260	10	0,395029132	20	18,2	14,5	26,39
EMERG ALM TIENDA	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO SALA STAFF	170	10	0,258288278	20	18,2	14,5	26,39
EMERG SALA STAFF	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO ESCALERAS	380	10	0,577350269	20	18,2	14,5	26,39
EMERG ESCALERAS	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO ACCESOS	250	10	0,379835703	20	18,2	14,5	26,39
ALDO EXT	750	10	1,13950711	20	18,2	14,5	26,39
RESTAURANTE	30445,8	50	46,25760744	68	61,88	72,5	89,726
SALA TÉCNICA 1	48829,9	80	74,18935766	91	82,81	116	120,0745
SALA TECNICA 2	22722	40	34,52250741	68	61,88	58	89,726
PLANTA PRIMERA							
UINT 1	2250	16	3,418521331	28	25,48	23,2	36,946
UINT 2	2250	16	3,418521331	28	25,48	23,2	36,946
UINT 3	2250	16	3,418521331	28	25,48	23,2	36,946
UINT 4	2250	16	3,418521331	28	25,48	23,2	36,946
UINT 5	2250	16	3,418521331	28	25,48	23,2	36,946
UINT 6	2250	16	3,418521331	28	25,48	23,2	36,946
CINTAS 1	2750	16	4,178192738	28	25,48	23,2	36,946
CINTAS 2	2750	16	4,178192738	28	25,48	23,2	36,946
CINTAS 3	2750	16	4,178192738	28	25,48	23,2	36,946
CINTAS 4	2750	16	4,178192738	28	25,48	23,2	36,946
CINTAS 5	2750	16	4,178192738	28	25,48	23,2	36,946
CINTAS 6	2750	16	4,178192738	28	25,48	23,2	36,946
CINTAS 7	2750	16	4,178192738	28	25,48	23,2	36,946
CINTAS 8	2750	16	4,178192738	28	25,48	23,2	36,946
CINTAS 9	2750	16	4,178192738	28	25,48	23,2	36,946
CINTAS 10	2750	16	4,178192738	28	25,48	23,2	36,946
BICIS 1	2000	16	3,038685627	28	25,48	23,2	36,946
BICIS 2	2000	16	3,038685627	28	25,48	23,2	36,946
BICIS 3	2000	16	3,038685627	28	25,48	23,2	36,946

BICIS 4	2000	16	3,038685627	28	25,48	23,2	36,946
BICIS 5	2000	16	3,038685627	28	25,48	23,2	36,946
BICIS 6	2000	16	3,038685627	28	25,48	23,2	36,946
ELEVADOR	2250	16	3,418521331	28	25,48	23,2	36,946
RESERVA	1	16	0,001519343	28	25,48	23,2	36,946
USOS VARIOS MUSC 1	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
USOS VARIOS MUSC 2	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
USOS VARIOS MUSC 3	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
USOS VARIOS MUSC 4	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
ALATAV MUSC	1750	16	2,658849924	28	25,48	23,2	36,946
ALTAV CARD	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
ALTAV SALA ENTR 1	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
ALTAV SALA ENTR 2	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
USOS VARIOS ENTR1.1	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
USOS VARIOS ENTR1.2	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
USOS VARIOS ENTR2.1	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
USOS VARIOS ENTR2.2	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
USOS VARIOS ALM	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
RESERVA	1	16	0,001519343	28	25,48	23,2	36,946
USOS VARIOS LIMBOT	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
RESERVA	1	16	0,001519343	28	25,48	23,2	36,946
AM SECAMANOS 1	1200	16	1,823211376	28	25,48	23,2	36,946
AF SECAMANOS 1	1200	16	1,823211376	28	25,48	23,2	36,946
AM SECAMANOS 2	1200	16	1,823211376	28	25,48	23,2	36,946
AF SECAMANOS 2	1200	16	1,823211376	28	25,48	23,2	36,946
AM FUERZA	2000	16	3,038685627	28	25,48	23,2	36,946
AF FUERZA	2000	16	3,038685627	28	25,48	23,2	36,946
RUTER 1	1500	16	2,27901422	28	25,48	23,2	36,946
RUTER 2	1500	16	2,27901422	28	25,48	23,2	36,946
FUENTE	450	16	0,683704266	28	25,48	23,2	36,946
RESERVA	1	16	0,001519343	28	25,48	23,2	36,946
ALDO PAS P1 1	150	10	0,227901422	20	18,2	14,5	26,39
EMERG PAS 1	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO PAS P1 2	150	10	0,227901422	20	18,2	14,5	26,39
EMERG PAS 2	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO PAS P1 3	150	10	0,227901422	20	18,2	14,5	26,39
EMERGA PAS 3	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO MUSC	500	10	0,759671407	20	18,2	14,5	26,39
EMERG MUSC	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO CARDIO	500	10	0,759671407	20	18,2	14,5	26,39
EMERG CARDIO	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO ENTR 1	520	10	0,790058263	20	18,2	14,5	26,39
EMERG ENTR 1	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO ENTR 2	520	10	0,790058263	20	18,2	14,5	26,39

EMERG ENTR 2	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO ASEOS	380	10	0,577350269	20	18,2	14,5	26,39
EMERG ASEOS	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO ALMACENES	400	10	0,607737125	20	18,2	14,5	26,39
EMERG ALMACENES	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
RESTAURANTE							
UI AA1	2200	16	3,34255419	28	25,48	23,2	36,946
UI AA2	2200	16	3,34255419	28	25,48	23,2	36,946
RECUPERADOR	1500	16	2,27901422	28	25,48	23,2	36,946
EXTRACCION	900	16	1,367408532	28	25,48	23,2	36,946
APORTE COCINA	1500	16	2,27901422	28	25,48	23,2	36,946
ELECTROVALVULA	900	16	1,367408532	28	25,48	23,2	36,946
CONGELADOR	2600	16	3,950291316	28	25,48	23,2	36,946
NEVERA	2300	16	3,494488471	28	25,48	23,2	36,946
FREIDORA	6000	16	9,116056882	32	29,12	23,2	42,224
PLANCHA	3500	16	5,317699848	32	29,12	23,2	42,224
LAVAVAJILLAS	2450	16	3,722389893	28	25,48	23,2	36,946
RESERVA	1	16	0,001519343	28	25,48	23,2	36,946
TOSTADOR	1500	16	2,27901422	28	25,48	23,2	36,946
GRIFO + ENFR CERV	1700	20	2,582882783	28	25,48	29	36,946
MICROONDAS	2150	16	3,266587049	28	25,48	23,2	36,946
MAQ HIELO	900	16	1,367408532	28	25,48	23,2	36,946
MOLINILLOS	520	16	0,790058263	28	25,48	23,2	36,946
CAFETERA	3800	16	5,773502692	38	34,58	23,2	50,141
TERMO	1500	16	2,27901422	28	25,48	23,2	36,946
NEVERA BARRA	1600	16	2,430948502	28	25,48	23,2	36,946
USOS VARIOS ALMACEN	2500	16	3,798357034	28	25,48	23,2	36,946
RESERVA	1	16	0,001519343	28	25,48	23,2	36,946
UNIT SALA 1	2250	16	3,418521331	28	25,48	23,2	36,946
UNIT SALA 2	2250	16	3,418521331	28	25,48	23,2	36,946
UNIT COCINA	2250	16	3,418521331	28	25,48	23,2	36,946
RESERVA	1	16	0,001519343	28	25,48	23,2	36,946
ALDO BARRA	380	10	0,577350269	20	18,2	14,5	26,39
ALDO SALA	530	10	0,805251691	20	18,2	14,5	26,39
EMERG 1	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
EMERG 2	50	10	0,075967141	20	18,2	14,5	26,39
ALDO ALMACEN	380	10	0,577350269	20	18,2	14,5	26,39
ALDO COCINA	420	10	0,638123982	20	18,2	14,5	26,39
SALA TÉCNICA 1							
ALARMA	1500	16	2,27901422	28	25,48	23,2	36,946
RESERVA	1	16	0,001519343	28	25,48	23,2	36,946
RACK	4500	20	6,837042661	38	34,58	29	50,141
RUTERS	1500	16	2,27901422	28	25,48	23,2	36,946

AEROTERMIA 1	3000	16	4,558028441	28	25,48	23,2	36,946
AEROTERMIA 2	3000	16	4,558028441	28	25,48	23,2	36,946
CONTROL CLIMA	300	16	0,455802844	28	25,48	23,2	36,946
DESHUMECTADORA	1550	16	2,354981361	28	25,48	23,2	36,946
UEXT 1	3800	25	5,773502692	41	37,31	36,25	54,0995
UEXT 2	3800	25	5,773502692	41	37,31	36,25	54,0995
UEXT 3	3800	25	5,773502692	41	37,31	36,25	54,0995
UEXT 4	3800	25	5,773502692	41	37,31	36,25	54,0995
UEXT 5	3800	25	5,773502692	41	37,31	36,25	54,0995
UEXT 6	3800	25	5,773502692	41	37,31	36,25	54,0995
UEXT 7	3800	25	5,773502692	41	37,31	36,25	54,0995
UEXT 8	3800	25	5,773502692	41	37,31	36,25	54,0995
UINT PAS P1.1	2200	16	3,34255419	28	25,48	23,2	36,946
UINT PAS P1.2	2200	16	3,34255419	28	25,48	23,2	36,946
UINT PAS PB.1	2200	16	3,34255419	28	25,48	23,2	36,946
UINT PAS PB.2	2200	16	3,34255419	28	25,48	23,2	36,946
UINT ZON HUM.1	2200	16	3,34255419	28	25,48	23,2	36,946
UINT ZON HUM.2	2200	16	3,34255419	28	25,48	23,2	36,946
UINT SOT.1	2200	16	3,34255419	28	25,48	23,2	36,946
UINT SOT.2	2200	16	3,34255419	28	25,48	23,2	36,946
GRUPO PCI	5500	16	8,356385475	24	21,84	23,2	31,668
RESERVA	1	16	0,001519343	24	21,84	23,2	31,668
ALDO PAS SOT 1	190	10	0,288675135	20	18,2	14,5	26,39
EMERG PAS SOT 1	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO SALTA TECN	210	10	0,319061991	20	18,2	14,5	26,39
EMERG PAS PB 2	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO SALA DEP	185	10	0,281078421	20	18,2	14,5	26,39
EMERG PAS PB 2	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
ALDO S.TECN	280	10	0,425415988	20	18,2	14,5	26,39
EMERG	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39
SALA TÉCNICA 2							
BOMBA FILT PISC 1	2400	16	3,646422753	24	21,84	23,2	31,668
BOMBA FILT 2	2400	16	3,646422753	24	21,84	23,2	31,668
BOMBA FILT PISC 3	2400	16	3,646422753	24	21,84	23,2	31,668
BOMBA FILT PISC 4	2400	16	3,646422753	24	21,84	23,2	31,668
BOMBA FILT PISC 5	2400	16	3,646422753	24	21,84	23,2	31,668
BOMBA FILT 6	2400	16	3,646422753	24	21,84	23,2	31,668
CONTROL PH/CLORO	500	16	0,759671407	28	25,48	23,2	36,946
ELECTROLISIS PISC 1	500	16	0,759671407	28	25,48	23,2	36,946
ELECTROLISIS PISC 2	500	16	0,759671407	28	25,48	23,2	36,946
RESERVA	1	16	0,001519343	28	25,48	23,2	36,946
BOMBA DOSIF PISC 1	500	16	0,759671407	28	25,48	23,2	36,946
BOMBA DOSIF PISC 2	500	16	0,759671407	28	25,48	23,2	36,946
BOMBA PISC SEC 1	500	16	0,759671407	28	25,48	23,2	36,946

BOMBA PISC SEC 2	500	16	0,759671407	28	25,48	23,2	36,946
BOMBA PISC PRIM 1	550	16	0,835638548	28	25,48	23,2	36,946
BOMBA PISC PRIM 2	550	16	0,835638548	28	25,48	23,2	36,946
RET ACS	1120	16	1,701663951	28	25,48	23,2	36,946
AFS	1760	16	2,674043352	28	25,48	23,2	36,946
DESCALCIFICADOR	250	16	0,379835703	28	25,48	23,2	36,946
RESERVA	1	16	0,001519343	28	25,48	23,2	36,946
FOCOS PISC SUBM	400	10	0,607737125	20	18,2	14,5	26,39
ALDO SALA TECN 2	180	10	0,273481706	20	18,2	14,5	26,39
EMERG	10	10	0,015193428	20	18,2	14,5	26,39

Tabla 9. Intensidades de cálculo para protección contra sobrecargas

Fórmulas cortocircuitos

La fórmula para la obtención de la intensidad máxima de cortocircuito de la instalación es:

$$I_{ccmax} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \times Z_{cc}}$$

Donde:

Z_{cc} = Impedancia de defecto.

U_s = Tensión secundaria en carga en voltios.

En la tabla 10 aparecen los valores de intensidad máxima y mínima de los IA/PIA de cada línea que se han calculado para comprobar las corrientes de cortocircuito:

Denominación	P Magnetotérm.		I _a	I _{ccmin}	I _{ccmax}	I _{ccmin} >I _a	PC>I _{ccmax}
	A	kA	A	kA	kA	S/N	S/N
PLANTA BAJA							
TRAFO	400	20	4000	11036	13,841	CUMPLE	CUMPLE
PLANTA PRIMERA	100	15	500	571	13,841	CUMPLE	CUMPLE
UINT 1	16	15	160	571	11,993	CUMPLE	CUMPLE
UINT 2	16	15	160	571	11,993	CUMPLE	CUMPLE
UINT 3	16	15	160	571	11,993	CUMPLE	CUMPLE
UINT 4	16	15	160	571	11,993	CUMPLE	CUMPLE
UINT 5	16	15	160	571	11,993	CUMPLE	CUMPLE
UINT 6	16	15	160	571	11,993	CUMPLE	CUMPLE
UINT TIENDA 1	16	15	160	571	11,993	CUMPLE	CUMPLE
U INT TIENDA 2	16	15	160	571	11,993	CUMPLE	CUMPLE
PUERTA	16	15	160	1000	11,993	CUMPLE	CUMPLE
PERSIANAS 1	16	15	160	682	11,993	CUMPLE	CUMPLE
PERSIANAS 2	16	15	160	682	11,993	CUMPLE	CUMPLE
RESERVA	16	15	160	491	11,993	CUMPLE	CUMPLE
TORNOS	16	15	160	892	12,308	CUMPLE	CUMPLE
CONTROL	16	15	160	2021	12,308	CUMPLE	CUMPLE

FUENTE	16	15	160	1113	11,993	CUMPLE	CUMPLE
TV	16	15	160	709	11,993	CUMPLE	CUMPLE
ALTAV PISC 1	16	15	160	571	11,993	CUMPLE	CUMPLE
ALTAV PISC 2	16	15	160	346	11,993	CUMPLE	CUMPLE
ALTAV VESTUARIOS	16	15	160	722	11,993	CUMPLE	CUMPLE
RESERVA	16	15	160	346	11,993	CUMPLE	CUMPLE
VM - FUERZA	16	15	160	536	11,993	CUMPLE	CUMPLE
VM - SECAMANOS 1	16	15	160	633	11,993	CUMPLE	CUMPLE
VM RADIADOR 1	16	15	160	590	11,993	CUMPLE	CUMPLE
VM - RADIADOR 2	16	15	160	521	11,993	CUMPLE	CUMPLE
AM - SECAMANOS	16	15	160	491	11,993	CUMPLE	CUMPLE
AF - SECAMANOS	16	15	160	465	11,993	CUMPLE	CUMPLE
VF - FUERZA	16	15	160	421	11,993	CUMPLE	CUMPLE
VF - SECAMANOS 1	16	15	160	411	11,993	CUMPLE	CUMPLE
VF - RADIADOR 1	16	15	160	411	11,993	CUMPLE	CUMPLE
VF - RADIADOR 2	16	15	160	411	11,993	CUMPLE	CUMPLE
VT	16	15	160	393	11,993	CUMPLE	CUMPLE
RESERVA	16	15	160	346	11,993	CUMPLE	CUMPLE
TC SALA STAFF	16	15	160	384	11,993	CUMPLE	CUMPLE
COM SALA STAFF	16	15	160	384	11,993	CUMPLE	CUMPLE
RESERVA	16	15	160	491	11,993	CUMPLE	CUMPLE
UUVV BOTIQ.	16	15	160	478	11,993	CUMPLE	CUMPLE
UUVV ALM PIS	16	15	160	315	11,993	CUMPLE	CUMPLE
UUVV ALMACEN OU	16	15	160	315	11,993	CUMPLE	CUMPLE
UUVV PISC 1	16	15	160	315	11,993	CUMPLE	CUMPLE
UUVV PISC 2	16	15	160	315	11,993	CUMPLE	CUMPLE
VENDING	16	15	160	772	11,993	CUMPLE	CUMPLE
MOSTRADOR TIENDA	16	15	160	657	11,993	CUMPLE	CUMPLE
UUVV TIENDA 1	16	15	160	888	11,993	CUMPLE	CUMPLE
UUVV ALM TIENDA	16	15	160	709	11,993	CUMPLE	CUMPLE
V PERS - SECADOR	16	15	160	722	11,993	CUMPLE	CUMPLE
V PERS RADIADOR	16	15	160	739	11,993	CUMPLE	CUMPLE
UUVV TIENDA 2	16	15	160	936	11,993	CUMPLE	CUMPLE
RESERVA	16	15	160	807	11,993	CUMPLE	CUMPLE
ALTAV TIENDA	16	15	160	682	11,993	CUMPLE	CUMPLE
RUTER TIENDA	16	15	160	682	11,993	CUMPLE	CUMPLE
FUENTE 1	16	15	160	442	11,993	CUMPLE	CUMPLE
FUENTE 2	16	15	160	442	11,993	CUMPLE	CUMPLE
UUVV HALL	16	15	160	611	11,993	CUMPLE	CUMPLE
UUVV PASILLO	16	15	160	1113	11,993	CUMPLE	CUMPLE
ALDO HALL	10	15	100	632	10,435	CUMPLE	CUMPLE
EMERG HALL	10	15	100	632	10,435	CUMPLE	CUMPLE
ALDO RECEP	10	15	100	672	10,435	CUMPLE	CUMPLE
EMERG RECEP	10	15	100	672	10,435	CUMPLE	CUMPLE

ALDO PAS PB 1	10	15	100	445	10,435	CUMPLE	CUMPLE
EMERG PAS PB 1	10	15	100	632	10,435	CUMPLE	CUMPLE
ALDO PAS PB 2	10	15	100	510	10,435	CUMPLE	CUMPLE
EMERG PAS PB 2	10	15	100	510	10,435	CUMPLE	CUMPLE
ALDO PAS PB 3	10	15	100	411	10,435	CUMPLE	CUMPLE
EMERG PAS PB 3	10	15	100	411	10,435	CUMPLE	CUMPLE
ALDO VEST PB	10	15	100	627	10,435	CUMPLE	CUMPLE
EMERG VEST PB	10	15	100	627	10,435	CUMPLE	CUMPLE
ALDO ASEOS PB	10	15	100	627	10,435	CUMPLE	CUMPLE
EMERG ASEOS PB	10	15	100	627	10,435	CUMPLE	CUMPLE
ALDO ALMACENES	10	15	100	465	10,435	CUMPLE	CUMPLE
EMERG ALMACENES	10	15	100	465	10,435	CUMPLE	CUMPLE
ALDO PISC 1	10	15	100	632	10,435	CUMPLE	CUMPLE
EMERG PISC 1	10	15	100	632	10,435	CUMPLE	CUMPLE
ALDO PISC 2	10	15	100	510	10,435	CUMPLE	CUMPLE
EMERG PISC 2	10	15	100	510	10,435	CUMPLE	CUMPLE
ALDO PISC 3	10	15	100	445	10,435	CUMPLE	CUMPLE
EMERG PISC 3	10	15	100	445	10,435	CUMPLE	CUMPLE
ALDO BOT + LIMP	10	15	100	427	10,435	CUMPLE	CUMPLE
EMERG BOT + LIMP	10	15	100	427	10,435	CUMPLE	CUMPLE
ALDO TIENDA	10	15	100	632	10,435	CUMPLE	CUMPLE
EMERG TIENDA	10	15	100	632	10,435	CUMPLE	CUMPLE
ALDO ALM TIENDA	10	15	100	565	10,435	CUMPLE	CUMPLE
EMERG ALM TIENDA	10	15	100	565	10,435	CUMPLE	CUMPLE
ALDO SALA STAFF	10	15	100	344	10,435	CUMPLE	CUMPLE
EMERG SALA STAFF	10	15	100	296	10,435	CUMPLE	CUMPLE
ALDO ESCALERAS	10	15	100	344	10,435	CUMPLE	CUMPLE
EMERG ESCALERAS	10	15	100	296	10,435	CUMPLE	CUMPLE
ALDO ACCESOS	10	15	100	344	10,435	CUMPLE	CUMPLE
ALDO EXT	10	15	100	296	10,435	CUMPLE	CUMPLE
RESTAURANTE	50	15	500	4666	13,841	CUMPLE	CUMPLE
SALA TÉCNICA 1	80	15	800	5126	13,841	CUMPLE	CUMPLE
SALA TECNICA 2	40	15	400	3537	13,841	CUMPLE	CUMPLE
PLANTA PRIMERA							
UINT 1	16	10	160	473	7,609	CUMPLE	CUMPLE
UINT 2	16	10	160	473	7,609	CUMPLE	CUMPLE
UINT 3	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
UINT 4	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
UINT 5	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
UINT 6	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
CINTAS 1	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
CINTAS 2	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
CINTAS 3	16	10	160	1350	7,609	CUMPLE	CUMPLE
CINTAS 4	16	10	160	1350	7,609	CUMPLE	CUMPLE

CINTAS 5	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
CINTAS 6	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
CINTAS 7	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
CINTAS 8	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
CINTAS 9	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
CINTAS 10	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
BICIS 1	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
BICIS 2	16	10	160	683	7,609	CUMPLE	CUMPLE
BICIS 3	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
BICIS 4	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
BICIS 5	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
BICIS 6	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
ELEVADOR	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
RESERVA	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
USOS VARIOS MUSC 1	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
USOS VARIOS MUSC 2	16	10	160	475	7,609	CUMPLE	CUMPLE
USOS VARIOS MUSC 3	16	10	160	308	7,609	CUMPLE	CUMPLE
USOS VARIOS MUSC 4	16	10	160	308	7,609	CUMPLE	CUMPLE
ALATAV MUSC	16	10	160	338	7,609	CUMPLE	CUMPLE
ALTAV CARD	16	10	160	308	7,609	CUMPLE	CUMPLE
ALTAV SALA ENTR 1	16	10	160	308	7,609	CUMPLE	CUMPLE
ALTAV SALA ENTR 2	16	10	160	308	7,609	CUMPLE	CUMPLE
USOS VARIOS ENTR1.1	16	10	160	804	7,609	CUMPLE	CUMPLE
USOS VARIOS ENTR1.2	16	10	160	804	7,609	CUMPLE	CUMPLE
USOS VARIOS ENTR2.1	16	10	160	804	7,609	CUMPLE	CUMPLE
USOS VARIOS ENTR2.2	16	10	160	655	7,609	CUMPLE	CUMPLE
USOS VARIOS ALM	16	10	160	655	7,609	CUMPLE	CUMPLE
RESERVA	16	10	160	655	7,609	CUMPLE	CUMPLE
USOS VARIOS LIMBOT	16	10	160	885	7,609	CUMPLE	CUMPLE
RESERVA	16	10	160	885	7,609	CUMPLE	CUMPLE
AM SECAMANOS 1	16	10	160	885	7,609	CUMPLE	CUMPLE
AF SECAMANOS 1	16	10	160	885	7,609	CUMPLE	CUMPLE
AM SECAMANOS 2	16	10	160	885	7,609	CUMPLE	CUMPLE
AF SECAMANOS 2	16	10	160	885	7,609	CUMPLE	CUMPLE
AM FUERZA	16	10	160	885	7,609	CUMPLE	CUMPLE
AF FUERZA	16	10	160	885	7,609	CUMPLE	CUMPLE
RUTER 1	16	10	160	885	7,609	CUMPLE	CUMPLE
RUTER 2	16	10	160	885	7,609	CUMPLE	CUMPLE
FUENTE	16	10	160	885	7,609	CUMPLE	CUMPLE
RESERVA	16	10	160	885	7,609	CUMPLE	CUMPLE
ALDO PAS P1 1	10	10	100	885	6,726	CUMPLE	CUMPLE
EMERG PAS 1	10	10	100	885	6,726	CUMPLE	CUMPLE
ALDO PAS P1 2	10	10	100	885	6,726	CUMPLE	CUMPLE
EMERG PAS 2	10	10	100	885	6,726	CUMPLE	CUMPLE

ALDO PAS P1 3	10	10	100	1041	6,726	CUMPLE	CUMPLE
EMERGA PAS 3	10	10	100	1041	6,726	CUMPLE	CUMPLE
ALDO MUSC	10	10	100	931	6,726	CUMPLE	CUMPLE
EMERG MUSC	10	10	100	931	6,726	CUMPLE	CUMPLE
ALDO CARDIO	10	10	100	931	6,726	CUMPLE	CUMPLE
EMERG CARDIO	10	10	100	931	6,726	CUMPLE	CUMPLE
ALDO ENTR 1	10	10	100	1041	6,726	CUMPLE	CUMPLE
EMERG ENTR 1	10	10	100	737	6,726	CUMPLE	CUMPLE
ALDO ENTR 2	10	10	100	655	6,726	CUMPLE	CUMPLE
EMERG ENTR 2	10	10	100	609	6,726	CUMPLE	CUMPLE
ALDO ASEOS	10	10	100	804	6,726	CUMPLE	CUMPLE
EMERG ASEOS	10	10	100	804	6,726	CUMPLE	CUMPLE
ALDO ALMACENES	10	10	100	680	6,726	CUMPLE	CUMPLE
EMERG ALMACENES	10	10	100	655	6,726	CUMPLE	CUMPLE
RESTAURANTE							
UI AA1	16	4.5	160	983	2,4	CUMPLE	CUMPLE
UI AA2	16	4.5	160	885	2,4	CUMPLE	CUMPLE
RECUPERADOR	16	4.5	160	885	2,457	CUMPLE	CUMPLE
EXTRACCION	16	4.5	160	885	2,457	CUMPLE	CUMPLE
APORTE COCINA	16	4.5	160	842	2,457	CUMPLE	CUMPLE
ELECTROVALVULA	16	4.5	160	804	2,457	CUMPLE	CUMPLE
CONGELADOR	16	4.5	160	842	2,457	CUMPLE	CUMPLE
NEVERA	16	4.5	160	804	2,457	CUMPLE	CUMPLE
FREIDORA	16	6	160	804	4,622	CUMPLE	CUMPLE
PLANCHA	16	6	160	804	4,622	CUMPLE	CUMPLE
LAVAVAJILLAS	16	4.5	160	804	2,457	CUMPLE	CUMPLE
RESERVA	16	4.5	160	1265	2,457	CUMPLE	CUMPLE
TOSTADOR	16	4.5	160	1477	2,457	CUMPLE	CUMPLE
GRIFO + ENFR CERV	20	4.5	200	1041	2,457	CUMPLE	CUMPLE
MICROONDAS	16	4.5	160	646	2,457	CUMPLE	CUMPLE
MAQ HIELO	16	4.5	160	646	2,457	CUMPLE	CUMPLE
MOLINILLOS	16	4.5	160	495	2,474	CUMPLE	CUMPLE
CAFETERA	16	4.5	160	495	2,474	CUMPLE	CUMPLE
TERMO	16	4.5	160	401	2,457	CUMPLE	CUMPLE
NEVERA BARRA	16	4.5	160	401	2,457	CUMPLE	CUMPLE
USOS VARIOS ALMACEN	16	4.5	160	495	2,457	CUMPLE	CUMPLE
RESERVA	16	4.5	160	495	2,457	CUMPLE	CUMPLE
UNIT SALA 1	16	4.5	160	495	2,457	CUMPLE	CUMPLE
UNIT SALA 2	16	4.5	160	495	2,457	CUMPLE	CUMPLE
UNIT COCINA	16	4.5	160	495	2,457	CUMPLE	CUMPLE
RESERVA	16	4.5	160	495	2,457	CUMPLE	CUMPLE
ALDO BARRA	10	4.5	100	495	2,457	CUMPLE	CUMPLE
ALDO SALA	10	4.5	100	495	2,457	CUMPLE	CUMPLE
EMERG 1	10	4.5	100	495	2,457	CUMPLE	CUMPLE

EMERG 2	10	4.5	100	495	2,457	CUMPLE	CUMPLE
ALDO ALMACEN	10	4.5	100	495	2,457	CUMPLE	CUMPLE
ALDO COCINA	10	4.5	100	495	2,457	CUMPLE	CUMPLE
SALA TÉCNICA 1							
ALARMA	16	4.5	160	426	2,737	CUMPLE	CUMPLE
RESERVA	16	4.5	160	426	2,737	CUMPLE	CUMPLE
RACK	20	4.5	200	626	2,758	CUMPLE	CUMPLE
RUTERS	16	4.5	160	427	2,758	CUMPLE	CUMPLE
AEROTERMIA 1	16	4.5	160	426	2,737	CUMPLE	CUMPLE
AEROTERMIA 2	16	4.5	160	426	2,737	CUMPLE	CUMPLE
CONTROL CLIMA	16	4.5	160	426	2,737	CUMPLE	CUMPLE
DESHUMECTADORA	16	4.5	160	426	2,737	CUMPLE	CUMPLE
UEXT 1	25	10	250	1658	5,041	CUMPLE	CUMPLE
UEXT 2	25	10	250	1658	5,041	CUMPLE	CUMPLE
UEXT 3	25	10	250	1658	5,041	CUMPLE	CUMPLE
UEXT 4	25	10	250	1658	5,041	CUMPLE	CUMPLE
UEXT 5	25	10	250	1658	5,041	CUMPLE	CUMPLE
UEXT 6	25	10	250	1658	5,041	CUMPLE	CUMPLE
UEXT 7	25	10	250	1658	5,041	CUMPLE	CUMPLE
UEXT 8	25	10	250	1658	5,041	CUMPLE	CUMPLE
UINT PAS P1.1	16	4.5	160	426	2,737	CUMPLE	CUMPLE
UINT PAS P1.2	16	4.5	160	426	2,737	CUMPLE	CUMPLE
UINT PAS PB.1	16	4.5	160	426	2,737	CUMPLE	CUMPLE
UINT PAS PB.2	16	4.5	160	426	2,737	CUMPLE	CUMPLE
UINT ZON HUM.1	16	4.5	160	426	2,737	CUMPLE	CUMPLE
UINT ZON HUM.2	16	4.5	160	426	2,737	CUMPLE	CUMPLE
UINT SOT.1	16	4.5	160	426	2,737	CUMPLE	CUMPLE
UINT SOT.2	16	4.5	160	426	2,737	CUMPLE	CUMPLE
GRUPO PCI	16	10	160	848	5,074	CUMPLE	CUMPLE
RESERVA	16	4.5	160	848	5,074	CUMPLE	CUMPLE
ALDO PAS SOT 1	10	4,5	100	440	2,591	CUMPLE	CUMPLE
EMERG PAS SOT 1	10	4.5	100	440	2,591	CUMPLE	CUMPLE
ALDO SALTA TECN	10	4,5	100	440	2,591	CUMPLE	CUMPLE
EMERG PAS PB 2	10	4.5	100	440	2,591	CUMPLE	CUMPLE
ALDO SALA DEP	10	4,5	100	440	2,591	CUMPLE	CUMPLE
EMERG PAS PB 2	10	4.5	100	440	2,591	CUMPLE	CUMPLE
ALDO S.TECN	10	4.5	100	272	2,667	CUMPLE	CUMPLE
EMERG	10	4.5	100	272	2,667	CUMPLE	CUMPLE
SALA TÉCNICA 2							
BOMBA FILT PISC 1	16	6	160	1612	3,511	CUMPLE	CUMPLE
BOMBA FILT 2	16	6	160	1612	3,511	CUMPLE	CUMPLE
BOMBA FILT PISC 3	16	6	160	1612	3,511	CUMPLE	CUMPLE
BOMBA FILT PISC 4	16	6	160	1612	3,511	CUMPLE	CUMPLE
BOMBA FILT PISC 5	16	6	160	1612	3,511	CUMPLE	CUMPLE

BOMBA FILT 6	16	6	160	1612	3,511	CUMPLE	CUMPLE
CONTROL PH/CLORO	16	6	160	815	1,826	CUMPLE	CUMPLE
ELECTROLISIS PISC 1	16	6	160	815	1,826	CUMPLE	CUMPLE
ELECTROLISIS PISC 2	16	6	160	815	1,826	CUMPLE	CUMPLE
RESERVA	16	6	160	815	1,826	CUMPLE	CUMPLE
BOMBA DOSIF PISC 1	16	6	160	815	1,826	CUMPLE	CUMPLE
BOMBA DOSIF PISC 2	16	6	160	815	1,826	CUMPLE	CUMPLE
BOMBA PISC SEC 1	16	6	160	815	1,826	CUMPLE	CUMPLE
BOMBA PISC SEC 2	16	6	160	815	1,826	CUMPLE	CUMPLE
BOMBA PISC PRIM 1	16	6	160	815	1,826	CUMPLE	CUMPLE
BOMBA PISC PRIM 2	16	6	160	185	1,826	CUMPLE	CUMPLE
RET ACS	16	6	160	595	1,826	CUMPLE	CUMPLE
AFS	16	6	160	557	1,826	CUMPLE	CUMPLE
DESCALCIFICADOR	16	6	160	595	1,826	CUMPLE	CUMPLE
RESERVA	16	6	160	1656	1,826	CUMPLE	CUMPLE
FOCOS PISC SUBM	10	4,5	100	343	1,826	CUMPLE	CUMPLE
ALDO SALA TECN 2	10	4,5	100	595	1,826	CUMPLE	CUMPLE
EMERG	10	4,5	100	595	1,826	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 10. Intensidades de cálculo para protección contra cortocircuito

2.1.4 POTENCIA TOTAL INSTALADA.

En la tabla 11, se detallan las luminarias empleadas en el recinto y la potencia que éstas consumen. Además, se anexa el informe luminotécnico proporcionado por el software libre Dialux, en el que se muestra que la instalación de alumbrado cumple los valores mínimos que indica la normativas vigente, mediante el cálculo de la iluminancia media resultante.

ALUMBRADO			
Receptor	Potencia	Cantidad	Total
PLANTA SÓTANO			
LED EMPOTRADO EN TECHO CUADRADO	48	14	672
EMERGENCIAS	4	13	52
PLAFÓN LED EMPOTRADO EN TECHO	116	5	580
PLANTA BAJA			
LED EMPOTRADO EN TECHO CUADRADO	48	17	816
EMERGENCIAS	4	76	304
TUBO LED	27	20	540
PLAFÓN LED EMPOTRADO EN TECHO	116	8	928
FOCO LED PISCINA	58	10	580
LED EMPOTRADO EN TECHO REDONDO	28	16	448
PLANTA PRIMERA			
LED EMPOTRADO EN TECHO CUADRADO	48	33	1584

EMERGENCIAS	4	36	144
PLAFÓN LED EMPOTRADO EN TECHO	116	9	1044
LED EMPOTRADO EN TECHO REDONDO	28	10	280
POTENCIA TOTAL INSTALADA			7972 W
			7,972 kW

Tabla 11. Potencia total receptores de Alumbrado

En la tabla 12, se detalla la potencia eléctrica que consumen los receptores de fuerza:

MAQUINARIA			
Receptor	Potencia	Cantidad	Total
UINT	2250	17	38250
PUERTA	2500	1	2500
PERSIANAS	1500	2	3000
RESERVA	1	15	15
TORNOS	1850	1	1850
CONTROL	8000	1	8000
FUENTE	400	1	400
TV	800	1	800
ALTAV PISC	2200	2	4400
ALTAV VESTUARIOS	1700	1	1700
VM - FUERZA	2000	2	4000
VM - SECAMANOS	1200	5	6000
VM RADIADOR	1600	5	8000
VT	1600	1	1600
TC SALA STAFF	2600	1	2600
COM SALA STAFF	1800	1	1800
UUVV	2500	12	30000
VENDING	1800	1	1800
MOSTRADOR TIENDA	2300	1	2300
ALTAV TIENDA	1900	1	1900
RUTER TIENDA	800	1	800
FUENTE	1300	2	2600
CINTAS	2750	10	27500
BICIS	2000	6	12000
ELEVADOR	2250	1	2250
USOS VARIOS MUSC	2500	4	10000

ALATAV MUSC	1750	1	1750
ALTAV CARD	2500	3	7500
USOS VARIOS ENTR	2500	4	10000
USOS VARIOS LIMBOT	2500	1	2500
SECAMANOS	1200	4	4800
FUERZA	2000	2	4000
RUTER	1500	2	3000
FUENTE	450	1	450
UI AA	2200	2	4400
RECUPERADOR	1500	1	1500
EXTRACCION	900	1	900
APORTE COCINA	1500	1	1500
ELECTROVALVULA	900	1	900
CONGELADOR	2600	1	2600
NEVERA	2300	1	2300
FREIDORA	6000	1	6000
PLANCHA	3500	1	3500
LAVAVAJILLAS	2450	1	2450
TOSTADOR	1500	1	1500
GRIFO + ENFR CERV	1700	1	1700
MICROONDAS	2150	1	2150
MAQ HIELO	900	1	900
MOLINILLOS	520	1	520
CAFETERA	3800	1	3800
TERMO	1500	1	1500
NEVERA BARRA	1600	1	1600
ALARMA	1500	1	1500
RACK	4500	1	4500
RUTERS	1500	1	1500
AEROTERMIA	3000	2	6000
CONTROL CLIMA	300	1	300
DESHUMECTADORA	1550	1	1550
UEXT	3800	8	30400
UINT PAS	2200	8	17600
GRUPO PCI	5500	1	5500
BOMBA FILT PISC	2400	6	14400
CONTROL PH/CLORO	500	1	500

ELECTROLISIS PISC	500	2	1000
BOMBA DOSIF PISC	500	4	2000
BOMBA PISC PRIM	550	2	1100
RET ACS	1120	1	1120
AFS	1760	1	1760
DESCALCIFICADOR	250	1	250
POTENCIA TOTAL INSTALADA			340765 W
			340,765 kW

Tabla 12. Potencia total receptores Fuerza

2.1.5 POTENCIA TOTAL PREVISTA.

La potencia total instalada resulta de la suma de las potencias de los receptores de fuerza y los de alumbrado. De esta forma, teniendo en cuenta todos los receptores, obtenemos la potencia instalada que muestra la tabla 13:

Tipo	Potencia instalada (kW)
Maquinaria	340,77
Alumbrado	7,97
POTENCIA TOTAL INSTALADA (kW)	348,74

Tabla 13. Potencia total instalada

2.1.6 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.

Aun sabiendo que el objeto del presente proyecto corresponde a la ampliación de la industria, se han realizado los cálculos luminotécnicos correspondientes al total del recinto industrial, teniendo en cuenta todas las exigencias requeridas en esta industria.

2.1.7 TABLAS DE RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS

A continuación, se muestra, en la tabla 14, un resumen de los resultados de los cálculos de cada circuito presente en la instalación de baja tensión proyectada, incluyendo los cálculos de caída de tensión y las protecciones elegidas en cada caso.

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN														
Denominación	P.Cálculo	Tensión	Dist.Cál.	Sección	I.Cálculo	I.Adm.	C.T.Parc.	C.T.Total	Nº Polos	P Magnetoterm.		P Diferencial		Canalización
	(W)	(V)	(m)	(mm²)	(A)	(A)	(%)	(%)		A	kA	A	mA	
TRAFO	400000	400	20	2(3x185/95)Al	577.37	630	0.48	0.48	3	400	20	-	-	100x60
PLANTA PRIMERA	84091.2	400	15	4x35+TTx16Cu	121.38	143	0.47	0.95	4	100	15	100	30	63
UINT 1	2250	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	9.74	28	1.92	2.42	2	16	15	40	300	20
UINT 2	2250	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	9.74	28	1.92	2.42	2	16	15			20
UINT 3	2250	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	9.74	28	1.92	2.42	2	16	15	40	300	20
UINT 4	2250	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	9.74	28	1.92	2.42	2	16	15			20
UINT 5	2250	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	9.74	28	1.92	2.42	2	16	15	40	300	20
UINT 6	2250	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	9.74	28	1.92	2.42	2	16	15			20
UINT TIENDA 1	2250	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	9.74	28	1.92	2.42	2	16	15	40	300	20
U INT TIENDA 2	2250	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	9.74	28	1.92	2.42	2	16	15			20
PUERTA	2500	230	15	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	1.07	1.57	2	16	15	40	30	20
PERSIANAS 1	1500	230	25	2x2.5+TTx2.5Cu	6.5	28	1.06	1.55	2	16	15			20
PERSIANAS 2	1500	230	1.5	2x2.5+TTx2.5Cu	6.5	28	0.06	0.55	2	16	15	40	30	20
RESERVA	1	230	35	2x2.5+TTx2.5Cu	0	28	0	0.48	2	16	15			20
TORNOS	1850	230	19	2x2.5+TTx2.5Cu	8.01	28	1	1.49	2	16	15	40	30	20
CONTROL	8000	230	19	2x6+TTx6Cu	34.64	49	1.93	2.42	2	16	15			25
FUENTE	400	230	15	2x2.5+TTx2.5Cu	1.73	28	0.17	0.65	2	16	15	40	30	20
TV	800	230	24	2x2.5+TTx2.5Cu	3.46	28	0.54	1.02	2	16	15			20
ALTAV PISC 1	2200	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	28	1.88	2.37	2	16	15	40	30	20

ALTAV PISC 2	2200	230	50	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	28	3.13	3.63	2	16	15			20
ALTAV VESTUARIOS	1700	230	22	2x2.5+TTx2.5Cu	7.36	28	1.06	1.54	2	16	15	40	30	20
RESERVA	1	230	50	2x2.5+TTx2.5Cu	0	28	0	0.48	2	16	15			20
VM - FUERZA	2000	230	32	2x2.5+TTx2.5Cu	8.66	28	1.82	2.31	2	16	15	40	30	20
VM - SECAMANOS 1	1200	230	27	2x2.5+TTx2.5Cu	5.2	28	0.91	1.4	2	16	15			20
VM RADIADOR 1	1600	230	29	2x2.5+TTx2.5Cu	6.93	28	1.31	1.8	2	16	15	40	30	20
VM - RADIADOR 2	1600	230	33	2x2.5+TTx2.5Cu	6.93	28	1.49	1.98	2	16	15			20
AM - SECAMANOS	1200	230	35	2x2.5+TTx2.5Cu	5.2	28	1.18	1.66	2	16	15	40	30	20
AF - SECAMANOS	1200	230	37	2x2.5+TTx2.5Cu	5.2	28	1.25	1.73	2	16	15			20
VF - FUERZA	2000	230	41	2x2.5+TTx2.5Cu	8.66	28	2.33	2.82	2	16	15	40	30	20
VF - SECAMANOS 1	1200	230	42	2x2.5+TTx2.5Cu	5.2	28	1.41	1.9	2	16	15			20
VF - RADIADOR 1	1600	230	42	2x2.5+TTx2.5Cu	6.93	28	1.9	2.38	2	16	15	40	30	20
VF - RADIADOR 2	1600	230	42	2x2.5+TTx2.5Cu	6.93	28	1.9	2.38	2	16	15			20
VT	1600	230	44	2x2.5+TTx2.5Cu	6.93	28	1.99	2.47	2	16	15	40	30	20
RESERVA	1	230	50	2x2.5+TTx2.5Cu	0	28	0	0.48	2	16	15			20
TC SALA STAFF	2600	230	45	2x2.5+TTx2.5Cu	11.26	28	3.36	3.85	2	16	15	40	30	20
COM SALA STAFF	1800	230	45	2x2.5+TTx2.5Cu	7.79	28	2.29	2.78	2	16	15			20
RESERVA	1	230	35	2x2.5+TTx2.5Cu	0	28	0	0.49	2	16	15	40	30	20
UUVV BOTIQ.	2500	230	36	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	2.58	3.07	2	16	15			20
UUVV ALM PIS	2500	230	55	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	3.94	4.44	2	16	15	40	30	20
UUVV ALMACEN OU	2500	230	55	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	3.94	4.44	2	16	15			20
UUVV PISC 1	2500	230	55	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	3.94	4.44	2	16	15	40	30	20

UUVV PISC 2	2500	230	55	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	3.94	4.44	2	16	15			20
VENDING	1800	230	22	2x2.5+TTx2.5Cu	7.79	28	1.12	1.61	2	16	15	40	30	20
MOSTRADOR TIENDA	2300	230	26	2x2.5+TTx2.5Cu	9.96	28	1.71	2.2	2	16	15			20
UUVV TIENDA 1	2500	230	19	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	1.36	1.86	2	16	15	40	30	20
UUVV ALM TIENDA	2500	230	24	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	1.72	2.21	2	16	15			20
V PERS - SECADOR	1200	230	22	2x2.5+TTx2.5Cu	5.2	28	0.74	1.23	2	16	15	40	30	20
V PERS RADIADOR	1600	230	23	2x2.5+TTx2.5Cu	6.93	28	1.04	1.53	2	16	15			20
UUVV TIENDA 2	2500	230	18	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	1.29	1.78	2	16	15	40	30	20
RESERVA	1	230	21	2x2.5+TTx2.5Cu	0	28	0	0.49	2	16	15			20
ALTAV TIENDA	1900	230	25	2x2.5+TTx2.5Cu	8.23	28	1.35	1.83	2	16	15	40	30	20
RUTER TIENDA	800	230	25	2x2.5+TTx2.5Cu	3.46	28	0.56	1.05	2	16	15			20
FUENTE 1	1300	230	39	2x2.5+TTx2.5Cu	5.63	28	1.42	1.91	2	16	15	40	30	20
FUENTE 2	1300	230	39	2x2.5+TTx2.5Cu	5.63	28	1.42	1.91	2	16	15			20
UUVV HALL	2500	230	28	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	2.01	2.5	2	16	15	40	30	20
UUVV PASILLO	2500	230	15	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	1.07	1.57	2	16	15			20
ALDO HALL	280	230	16	2x1.5+TTx1.5Cu	1.21	20	0.21	0.69	2	10	15	25	30	16
EMERG HALL	10	230	16	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.49	2	10	15			16
ALDO RECEP	130	230	15	2x1.5+TTx1.5Cu	0.56	20	0.09	0.57	2	10	15	25	30	16
EMERG RECEP	10	230	15	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.49	2	10	15			16
ALDO PAS PB 1	240	230	23	2x1.5+TTx1.5Cu	1.04	20	0.26	0.74	2	10	15	25	30	16
EMERG PAS PB 1	10	230	16	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.49	2	10	15			16
ALDO PAS PB 2	280	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	1.21	20	0.26	0.74	2	10	15	25	30	16

EMERG PAS PB 2	10	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.49	2	10	15			16
ALDO PAS PB 3	280	230	25	2x1.5+TTx1.5Cu	1.21	20	0.33	0.81	2	10	15	25	30	16
EMERG PAS PB 3	10	230	25	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.49	2	10	15			16
ALDO VEST PB	340	230	24	2x1.5+TTx1.5Cu	1.47	20	0.38	0.86	2	10	15	25	30	16
EMERG VEST PB	10	230	24	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.49	2	10	15			16
ALDO ASEOS PB	315	230	24	2x1.5+TTx1.5Cu	1.36	20	0.35	0.83	2	10	15	25	30	16
EMERG ASEOS PB	10	230	24	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.49	2	10	15			16
ALDO ALMACENES	180	230	22	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	20	0.18	0.66	2	10	15	25	30	16
EMERG ALMACENES	10	230	22	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.49	2	10	15			16
ALDO PISC 1	420	230	16	2x1.5+TTx1.5Cu	1.82	20	0.31	0.8	2	10	15	25	30	16
EMERG PISC 1	10	230	16	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.49	2	10	15			16
ALDO PISC 2	420	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	1.82	20	0.39	0.87	2	10	15	25	30	16
EMERG PISC 2	10	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.49	2	10	15			16
ALDO PISC 3	420	230	23	2x1.5+TTx1.5Cu	1.82	20	0.45	0.93	2	10	15	25	30	16
EMERG PISC 3	10	230	23	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.49	2	10	15			16
ALDO BOT + LIMP	110	230	24	2x1.5+TTx1.5Cu	0.48	20	0.12	0.6	2	10	15	25	30	16
EMERG BOT + LIMP	10	230	24	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.49	2	10	15			16
ALDO TIENDA	450	230	16	2x1.5+TTx1.5Cu	1.95	20	0.34	0.82	2	10	15	25	30	16
EMERG TIENDA	10	230	16	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.49	2	10	15			16
ALDO ALM TIENDA	260	230	18	2x1.5+TTx1.5Cu	1.13	20	0.22	0.7	2	10	15	25	30	16
EMERG ALM TIENDA	10	230	18	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.49	2	10	15			16
ALDO SALA STAFF	170	230	30	2x1.5+TTx1.5Cu	0.74	20	0.24	0.72	2	10	15	25	30	16

EMERG SALA STAFF	10	230	35	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.02	0.5	2	10	15			16
ALDO ESCALERAS	380	230	30	2x1.5+TTx1.5Cu	1.65	20	0.53	1.01	2	10	15	25	30	16
EMERG ESCALERAS	10	230	35	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.02	0.5	2	10	15			16
ALDO ACCESOS	250	230	30	2x1.5+TTx1.5Cu	1.08	20	0.35	0.84	2	10	15	25	30	16
ALDO EXT	750	230	35	2x1.5+TTx1.5Cu	3.25	20	1.23	1.72	2	10	15			16
RESTAURANTE	30445.8	400	25	4x10+TTx10Cu	43.95	68	0.95	1.43	4	50	15	63	30	40
SALA TÉCNICA 1	48829.9	400	35	4x16+TTx16Cu	70.48	91	1.38	1.85	4	80	15	80	30	50
SALA TECNICA 2	22722	400	35	4x10+TTx10Cu	32.8	68	0.96	1.44	4	40	15	40	30	32

CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN PRIMERA PLANTA														
Denominación	P.Cálculo	Tensión	Dist.Cálc.	Sección	I.Cálculo	I.Adm.	C.T.Parc.	C.T.Total	Nº Polos	P Magnetotérm.		P Diferencial		Canalización
	(W)	(V)	(m)	(mm ²)	(A)	(A)	(%)	(%)		A	kA	A	mA	
UINT 1	2250	230	20	2x2.5+TTx2.5Cu	9.74	28	1.28	2.25	2	16	10	40	300	20
UINT 2	2250	230	20	2x2.5+TTx2.5Cu	9.74	28	1.28	2.25	2	16	10			20
UINT 3	2250	230	20	2x2.5+TTx2.5Cu	9.74	28	1.28	2.25	2	16	10	40	300	20
UINT 4	2250	230	25	2x2.5+TTx2.5Cu	9.74	28	1.6	2.57	2	16	10			20
UINT 5	2250	230	25	2x2.5+TTx2.5Cu	9.74	28	1.6	2.57	2	16	10	40	300	20
UINT 6	2250	230	25	2x2.5+TTx2.5Cu	9.74	28	1.6	2.57	2	16	10			20
CINTAS 1	2750	230	18	2x2.5+TTx2.5Cu	11.91	28	1.43	2.4	2	16	10	40	30	20
CINTAS 2	2750	230	18	2x2.5+TTx2.5Cu	11.91	28	1.43	2.4	2	16	10			20
CINTAS 3	2750	230	18	2x2.5+TTx2.5Cu	11.91	28	1.43	2.4	2	16	10	40	30	20

CINTAS 4	2750	230	18	2x2.5+TTx2.5Cu	11.91	28	1.43	2.4	2	16	10			20
CINTAS 5	2750	230	18	2x2.5+TTx2.5Cu	11.91	28	1.43	2.4	2	16	10	40	30	20
CINTAS 6	2750	230	18	2x2.5+TTx2.5Cu	11.91	28	1.43	2.4	2	16	10			20
CINTAS 7	2750	230	18	2x2.5+TTx2.5Cu	11.91	28	1.43	2.4	2	16	10	40	30	20
CINTAS 8	2750	230	18	2x2.5+TTx2.5Cu	11.91	28	1.43	2.4	2	16	10			20
CINTAS 9	2750	230	18	2x2.5+TTx2.5Cu	11.91	28	1.43	2.4	2	16	10	40	30	20
CINTAS 10	2750	230	18	2x2.5+TTx2.5Cu	11.91	28	1.43	2.4	2	16	10			20
BICIS 1	2000	230	18	2x2.5+TTx2.5Cu	8.66	28	1.02	1.99	2	16	10	40	30	20
BICIS 2	2000	230	18	2x2.5+TTx2.5Cu	8.66	28	1.02	1.99	2	16	10			20
BICIS 3	2000	230	18	2x2.5+TTx2.5Cu	8.66	28	1.02	1.99	2	16	10	40	30	20
BICIS 4	2000	230	18	2x2.5+TTx2.5Cu	8.66	28	1.02	1.99	2	16	10			20
BICIS 5	2000	230	18	2x2.5+TTx2.5Cu	8.66	28	1.02	1.99	2	16	10	40	30	20
BICIS 6	2000	230	18	2x2.5+TTx2.5Cu	8.66	28	1.02	1.99	2	16	10			20
ELEVADOR	2250	230	15	2x2.5+TTx2.5Cu	9.74	28	0.96	1.92	2	16	10	40	30	20
RESERVA	1	230	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0	28	0	0.96	2	16	10			20
USOS VARIOS MUSC 1	2500	230	17	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	1.22	2.19	2	16	10	40	30	20
USOS VARIOS MUSC 2	2500	230	17	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	1.22	2.19	2	16	10			20
USOS VARIOS MUSC 3	2500	230	17	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	1.22	2.19	2	16	10	40	30	20
USOS VARIOS MUSC 4	2500	230	17	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	1.22	2.19	2	16	10			20
ALATAV MUSC	1750	230	15	2x2.5+TTx2.5Cu	7.58	28	0.74	1.71	2	16	10	40	30	20
ALTAV CARD	2500	230	22	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	1.58	2.54	2	16	10			20
ALTAV SALA ENTR 1	2500	230	25	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	1.79	2.76	2	16	10	40	30	20

ALTAV SALA ENTR 2	2500	230	27	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	1.93	2.9	2	16	10			20
USOS VARIOS ENTR1.1	2500	230	20	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	1.43	2.4	2	16	10	40	30	20
USOS VARIOS ENTR1.2	2500	230	20	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	1.43	2.4	2	16	10			20
USOS VARIOS ENTR2.1	2500	230	24	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	1.72	2.69	2	16	10	40	30	20
USOS VARIOS ENTR2.2	2500	230	25	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	1.79	2.76	2	16	10			20
USOS VARIOS ALM	2500	230	16	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	1.15	2.11	2	16	10	40	30	20
RESERVA	1	230	18	2x2.5+TTx2.5Cu	0	28	0	0.96	2	16	10			20
USOS VARIOS LIMBOT	2500	230	18	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	1.29	2.25	2	16	10	40	30	20
RESERVA	1	230	18	2x2.5+TTx2.5Cu	0	28	0	0.96	2	16	10			20
AM SECAMANOS 1	1200	230	19	2x2.5+TTx2.5Cu	5.2	28	0.64	1.6	2	16	10	40	30	20
AF SECAMANOS 1	1200	230	20	2x2.5+TTx2.5Cu	5.2	28	0.67	1.63	2	16	10			20
AM SECAMANOS 2	1200	230	19	2x2.5+TTx2.5Cu	5.2	28	0.64	1.6	2	16	10	40	30	20
AF SECAMANOS 2	1200	230	20	2x2.5+TTx2.5Cu	5.2	28	0.67	1.63	2	16	10			20
AM FUERZA	2000	230	20	2x2.5+TTx2.5Cu	8.66	28	1.14	2.1	2	16	10	40	30	20
AF FUERZA	2000	230	20	2x2.5+TTx2.5Cu	8.66	28	1.14	2.1	2	16	10			20
RUTER 1	1500	230	20	2x2.5+TTx2.5Cu	6.5	28	0.85	1.81	2	16	10	40	30	20
RUTER 2	1500	230	12	2x2.5+TTx2.5Cu	6.5	28	0.51	1.47	2	16	10			20
FUENTE	450	230	10	2x2.5+TTx2.5Cu	1.95	28	0.13	1.08	2	16	10	40	30	20
RESERVA	1	230	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0	28	0	0.95	2	16	10			20
ALDO PAS P1 1	150	230	15	2x1.5+TTx1.5Cu	0.65	20	0.1	1.06	2	10		25	30	16
EMERG PAS 1	10	230	15	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.96	2	10	10			16
ALDO PAS P1 2	150	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.65	20	0.14	1.09	2	10		25	30	16

EMERG PAS 2	10	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.96	2	10	10			16
ALDO PAS P1 3	150	230	25	2x1.5+TTx1.5Cu	0.65	20	0.17	1.13	2	10		25	30	16
EMERGA PAS 3	10	230	25	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.97	2	10	10			16
ALDO MUSC	500	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	2.17	20	0.47	1.42	2	10		25	30	16
EMERG MUSC	10	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.97	2	10	10			16
ALDO CARDIO	500	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	2.17	20	0.47	1.42	2	10		25	30	16
EMERG CARDIO	10	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.97	2	10	10			16
ALDO ENTR 1	520	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	2.25	20	0.48	1.44	2	10		25	30	16
EMERG ENTR 1	10	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.97	2	10	10			16
ALDO ENTR 2	520	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	2.25	20	0.48	1.44	2	10		25	30	16
EMERG ENTR 2	10	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.97	2	10	10			16
ALDO ASEOS	380	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	1.65	20	0.35	1.31	2	10		25	30	16
EMERG ASEOS	10	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.97	2	10	10			16
ALDO ALMACENES	400	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	1.73	20	0.37	1.33	2	10		25	30	16
EMERG ALMACENES	10	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	0.97	2	10	10			16

CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN RESTAURANTE														
Denominación	P.Cálculo	Tensión	Dist.Cál.	Sección	I.Cálculo	I.Adm.	C.T.Parc.	C.T.Total	Nº Polos	P Magnetotérm.		P Diferencial		Canalización
	(W)	(V)	(m)	(mm ²)	(A)	(A)	(%)	(%)		A	kA	A	mA	
UI AA1	2200	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	28	1.88	3.31	2	16	4.5	25	300	20
UI AA2	2200	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	28	1.88	3.31	2	16	4.5	25	300	20

RECUPERADOR	1500	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	6.5	28	1.27	2.71	2	16	4.5	40	30	20
EXTRACCION	900	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	3.9	28	0.76	2.19	2	16	4.5			20
APORTE COCINA	1500	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	6.5	28	1.27	2.71	2	16	4.5	40	30	20
ELECTROVALVULA	900	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	3.9	28	0.76	2.19	2	16	4.5			20
CONGELADOR	2600	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	11.26	28	2.24	3.69	2	16	4.5	40	30	20
NEVERA	2300	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	9.96	28	1.97	3.42	2	16	4.5			20
FREIDORA	6000	400	30	4x4+TTx4Cu	8.66	32	0.53	1.96	4	16	6	40	30	20
PLANCHA	3500	400	30	4x4+TTx4Cu	5.05	32	0.31	1.74	4	16	4.5			20
LAVAVAJILLAS	2450	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	10.61	28	2.1	3.54	2	16	4.5	40	30	20
RESERVA	1	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	0	28	0	1.44	2	16	4.5			20
TOSTADOR	1500	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	6.5	28	1.27	2.71	2	16	4.5	40	30	20
GRIFO + ENFR CERV	1700	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	7.36	28	1.44	2.88	2	20	4.5			20
MICROONDAS	2150	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	9.31	28	1.84	3.28	2	16	4.5	40	30	20
MAQ HIELO	900	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	3.9	28	0.76	2.2	2	16	4.5			20
MOLINILLOS	520	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	2.25	28	0.44	1.87	2	16	4.5	40	30	20
CAFETERA	3800	230	30	2x4+TTx4Cu	16.45	38	2.06	3.49	2	16	4.5			20
TERMO	1500	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	6.5	28	1.27	2.71	2	16	4.5	40	30	20
NEVERA BARRA	1600	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	6.93	28	1.35	2.79	2	16	4.5			20
USOS VARIOS ALMACEN	2500	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	28	2.15	3.59	2	16	4.5	40	30	20
RESERVA	1	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	0	28	0	1.44	2	16	4.5			20
UNIT SALA 1	2250	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	9.74	28	1.92	3.37	2	16	4.5	40	300	20
UNIT SALA 2	2250	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	9.74	28	1.92	3.37	2	16	4.5			20

UINT COCINA	2250	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	9.74	28	1.92	3.36	2	16	4.5	40	300	20
RESERVA	1	230	30	2x2.5+TTx2.5Cu	0	28	0	1.44	2	16	4.5			20
ALDO BARRA	380	230	30	2x1.5+TTx1.5Cu	1.65	20	0.53	1.96	2	10	4.5	40	300	16
ALDO SALA	530	230	30	2x1.5+TTx1.5Cu	2.29	20	0.74	2.17	2	10	4.5			16
EMERG 1	10	230	27	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	1.45	2	10	4.5			16
EMERG 2	50	230	30	2x1.5+TTx1.5Cu	0.22	20	0.07	1.5	2	10	4.5	40	300	16
ALDO ALMACEN	380	230	30	2x1.5+TTx1.5Cu	1.65	20	0.53	1.96	2	10	4.5			16
ALDO COCINA	420	230	30	2x1.5+TTx1.5Cu	1.82	20	0.59	2.02	2	10	4.5			16

CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN SALA TÉCNICA 1														
Denominación	P.Cálculo	Tensión	Dist.Cálc.	Sección	I.Cálculo	I.Adm.	C.T.Parc.	C.T.Total	Nº Polos	P Magnetotérm.		P Diferencial		Canalización
	(W)	(V)	(m)	(mm ²)	(A)	(A)	(%)	(%)		A	kA	A	mA	
ALARMA	1500	230	35	2x2.5+TTx2.5Cu	6.5	28	1.48	3.34	2	16	4.5	40	30	20
RESERVA	1	230	35	2x2.5+TTx2.5Cu	0	28	0	1.86	2	16	4.5			20
RACK	4500	230	35	2x4+TTx4Cu	19.49	38	2.88	4.74	2	20	4.5	40	30	20
RUTERS	1500	230	35	2x2.5+TTx2.5Cu	6.5	28	1.48	3.35	2	16	4.5			20
AEROTERMIA 1	3000	230	35	2x2.5+TTx2.5Cu	12.99	28	3.04	4.92	2	16	4.5	40	30	20
AEROTERMIA 2	3000	230	35	2x2.5+TTx2.5Cu	12.99	28	3.04	4.92	2	16	4.5			20
CONTROL CLIMA	300	230	35	2x2.5+TTx2.5Cu	1.3	28	0.29	2.15	2	16	4.5	40	30	20
DESHUMECTADORA	1550	230	35	2x2.5+TTx2.5Cu	6.71	28	1.53	3.39	2	16	4.5			20
UEXT 1	3800	400	35	4x6+TTx6Cu	5.48	41	0.26	2.12	4	25	10	40	300	25

UEXT 2	3800	400	35	4x6+TTx6Cu	5.48	41	0.26	2.12	4	25	10	40	300	25
UEXT 3	3800	400	35	4x6+TTx6Cu	5.48	41	0.26	2.12	4	25	10	40	300	25
UEXT 4	3800	400	35	4x6+TTx6Cu	5.48	41	0.26	2.12	4	25	10	40	300	25
UEXT 5	3800	400	35	4x6+TTx6Cu	5.48	41	0.26	2.12	4	25	10	40	300	25
UEXT 6	3800	400	35	4x6+TTx6Cu	5.48	41	0.26	2.12	4	25	10	40	300	25
UEXT 7	3800	400	35	4x6+TTx6Cu	5.48	41	0.26	2.12	4	25	10	40	300	25
UEXT 8	3800	400	35	4x6+TTx6Cu	5.48	41	0.26	2.12	4	25	10	40	300	25
UINT PAS P1.1	2200	230	35	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	28	2.19	4.06	2	16	4.5	40	300	20
UINT PAS P1.2	2200	230	35	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	28	2.19	4.06	2	16	4.5			20
UINT PAS PB.1	2200	230	35	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	28	2.19	4.06	2	16	4.5	40	300	20
UINT PAS PB.2	2200	230	35	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	28	2.19	4.06	2	16	4.5			20
UINT ZON HUM.1	2200	230	35	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	28	2.19	4.06	2	16	4.5	40	300	20
UINT ZON HUM.2	2200	230	35	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	28	2.19	4.06	2	16	4.5			20
UINT SOT.1	2200	230	35	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	28	2.19	4.06	2	16	4.5	40	300	20
UINT SOT.2	2200	230	35	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	28	2.19	4.06	2	16	4.5			20
GRUPO PCI	5500	400	35	4x2.5+TTx2.5Cu	7.94	24	0.91	2.77	4	16	10	40	300	20
RESERVA	1	400	35	4x2.5+TTx2.5Cu	0	24	0	1.86	4	16	4.5			20
ALDO PAS SOT 1	190	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.82	20	0.18	2.03	2	10	4,5	25	30	16
EMERG PAS SOT 1	10	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	1.87	2	10	4.5			16
ALDO SALTA TECN	210	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.91	20	0.2	2.05	2	10	4,5	25	30	16
EMERG PAS PB 2	10	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	1.87	2	10	4.5			16
ALDO SALA DEP	185	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.8	20	0.17	2.03	2	10	4,5	25	30	16

EMERG PAS PB 2	10	230	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	1.87	2	10	4.5			16
ALDO S.TECN	280	230	35	2x1.5+TTx1.5Cu	1.21	20	0.46	2.31	2	10	4.5	25	30	16
EMERG	10	230	35	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.02	1.87	2	10	4.5			16

CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN SALA TÉCNICA 2														
Denominación	P.Cálculo	Tensión	Dist.Cálc.	Sección	I.Cálculo	I.Adm.	C.T.Parc.	C.T.Total	Nº Polos	P Magnetoterm.		P Diferencial		Canalización
	(W)	(V)	(m)	(mm ²)	(A)	(A)	(%)	(%)		A	kA	A	mA	
BOMBA FILT PISC 1	2400	400	12	4x2.5+TTx2.5Cu	3.46	24	0.13	1.58	4	16	6	40	30	20
BOMBA FILT 2	2400	400	12	4x2.5+TTx2.5Cu	3.46	24	0.13	1.58	4	16	6			20
BOMBA FILT PISC 3	2400	400	12	4x2.5+TTx2.5Cu	3.46	24	0.13	1.58	4	16	6	40	30	20
BOMBA FILT PISC 4	2400	400	12	4x2.5+TTx2.5Cu	3.46	24	0.13	1.58	4	16	6			20
BOMBA FILT PISC 5	2400	400	12	4x2.5+TTx2.5Cu	3.46	24	0.13	1.58	4	16	6	40	30	20
BOMBA FILT 6	2400	400	12	4x2.5+TTx2.5Cu	3.46	24	0.13	1.58	4	16	6			20
CONTROL PH/CLORO	500	230	12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	28	0.17	1.61	2	16	6	40	30	20
ELECTROLISIS PISC 1	500	230	12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	28	0.17	1.61	2	16	6			20
ELECTROLISIS PISC 2	500	230	12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	28	0.17	1.61	2	16	6	40	30	20
RESERVA	1	230	12	2x2.5+TTx2.5Cu	0	28	0	1.44	2	16	6			20
BOMBA DOSIF PISC 1	500	230	12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	28	0.17	1.61	2	16	6	40	30	20
BOMBA DOSIF PISC 2	500	230	12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	28	0.17	1.61	2	16	6			20
BOMBA PISC SEC 1	500	230	12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	28	0.17	1.61	2	16	6	40	30	20
BOMBA PISC SEC 2	500	230	12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	28	0.17	1.61	2	16	6			20

BOMBA PISC PRIM 1	550	230	12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.38	28	0.18	1.63	2	16	6	40	30	20
BOMBA PISC PRIM 2	550	230	12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.38	28	0.18	1.63	2	16	6			20
RET ACS	1120	230	20	2x2.5+TTx2.5Cu	4.85	28	0.63	2.08	2	16	6	40	30	20
AFS	1760	230	22	2x2.5+TTx2.5Cu	7.62	28	1.09	2.55	2	16	6			20
DESCALCIFICADOR	250	230	20	2x2.5+TTx2.5Cu	1.08	28	0.14	1.58	2	16	6	40	30	20
RESERVA	1	230	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0	28	0	1.44	2	16	6			20
FOCOS PISC SUBM	400	230	25	2x1.5+TTx1.5Cu	1.73	20	0.47	1.91	2	10	4,5	40	30	16
ALDO SALA TECN 2	180	230	12	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	20	0.1	1.54	2	10	4,5			16
EMERG	10	230	12	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	20	0.01	1.45	2	10	4,5			16

Tabla 14. Cálculos de caída de tensión y selección de protecciones

2.1.8 CÁLCULO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.

Cálculos del sistema de puesta a tierra

A partir del esquema de distribución escogido, en este caso, TT, se realizarán los cálculos, ya que, en este caso, el neutro del transformador utiliza una tierra independiente de las masas de baja tensión para conectarse a tierra. Por tanto, para la puesta a tierra de las masas, se elige un electrodo tipo cinta de metal enterrado horizontalmente a lo largo de todo el perímetro del recinto, por lo que tendrá una longitud de 173,86 m.

Cálculo de R_a

$$R_A = \frac{2 \times \rho}{L} = \frac{2 \times 100}{173,86} = 1,15035 \Omega$$

Cálculo de R_b

Para este cálculo instalaremos una pica vertical de 8 m de longitud:

$$R_B = \frac{\rho}{L} = \frac{100}{8} = 12,5 \Omega$$

Se adjunta, la ilustración 2, que detalla el bucle de defecto de una instalación con esquema de distribución TT (obtenido del libro de Tecnología Eléctrica):

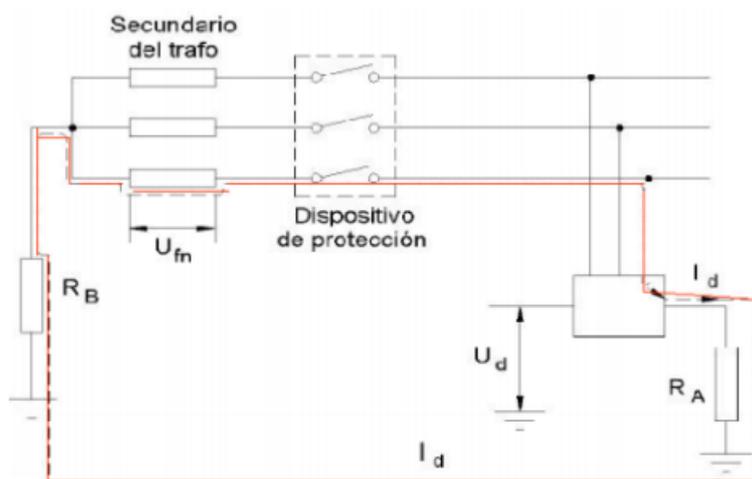


Ilustración 2: Bucle de defecto a tierra esquema TT (Fuente: Libro Tecnología eléctrica)

$$I_d = \frac{U_{fn}}{R_a + R_b} = \frac{230}{1,15035 + 12,5} = 16,8494 \text{ A}$$

Considerando la resistencia de defecto en la masa igual a cero.

Siendo la tensión máxima de contacto que se genera debido a un fallo de aislamiento en una masa de baja tensión:

$$U_{cmax} = R_A \times I_d = 18,9686 V$$

Pese a que la tensión de defecto que se produce a partir de las corrientes de fugas del cableado no es peligrosa, tenemos que considerarlo ya que su valor eficaz en cada fase crece de manera directamente proporcional a la longitud del cable, pudiéndose generar un problema y la necesidad de actuación del diferencial.

Como criterio general, ha de elegirse una corriente diferencial nominal, $I_{\Delta n}$, de manera que la corriente nominal de no-funcionamiento, $I_{\Delta n f}$, sea mucho mayor que la corriente de fugas prevista:

$$I_{\Delta n f} = \frac{1}{2} \times I_{\Delta n} \gg I_{fugas}$$

Siendo I_{fugas} igual a:

$$I_{fugas} = \frac{U_l}{Z_p} = 230 \times 2\pi \times 50 \times 0,3 \times 10^{-6} \times l$$

Cogiendo la línea con mayor longitud, la de la toma de corriente de la piscina con 55 m:

$$I_{fugas} = \frac{U_l}{Z_p} = 230 \times 2\pi \times 50 \times 0,3 \times 10^{-6} \times 0,055 = \mathbf{1,19 mA}$$

Siendo Z_p , impedancia parásita del cable, tal que:

$$Z_p = \frac{1}{w \times C_p}$$

Siendo a su vez:

$$\begin{aligned} w: & 2\pi \text{ rad/s} \\ C_p: & 0,3 \mu\text{F/ (km x fase)} \end{aligned}$$

Por lo tanto, la corriente diferencial nominal tendrá que ser:

$$I_{\Delta n} \gg \mathbf{2,38 mA}$$

Los cálculos realizados nos indican que hemos de emplear una corriente diferencial mínima de 7,2 mA, no obstante, para no encarecer la instalación en demasía, se instalarán diferenciales de 30 mA de corriente nominal. De esta forma, se debe cumplir:

$$R_{tierra} \cdot I_{defecto} < 50V$$

Los interruptores diferenciales son los que se encargan de proteger a las personas evitando que se generen tensiones de contacto peligrosas. La intensidad a partir de la cual la tensión de contacto no es peligrosa es:

$$I_{\Delta N} \leq \frac{U_L}{R_A} = \frac{50}{1,15035} = 43,465 \text{ A}$$

Debido al tamaño del diferencial que habría que poner al inicio de la instalación, optaremos por sustituir este diferencial, por un en cada una de las líneas del CGBT, de esta forma reduciremos el precio de la instalación y trataremos de que un defecto en una línea de la instalación no comprometa el funcionamiento del resto de la instalación.

En cambio, en cada uno de los subcuadros, sí que funcionaremos con un diferencial general, en serie con los diferenciales de línea. Este funcionamiento, recibe el nombre de funcionamiento selectivo.

Una distribución de ID en serie se consigue mediante la disposición de la banda I/t de disparo del primer diferencial (ID1) por encima y a la derecha de la banda I/t del siguiente diferencial (ID2). Entenderemos como banda I/t la franja que se queda entre $I_{\Delta Nf}$ y $I_{\Delta N}$, siendo $I_{\Delta Nf}$ la intensidad por debajo de la cual el circuito al que protege el ID seguiría funcionando, e $I_{\Delta N}$ es la intensidad a partir de la cual el ID abriría el circuito. Así, al estar la banda del ID1 más a la derecha que la del ID2 actuará primero el ID2. Llamamos a este funcionamiento, funcionamiento selectivo. Apreciando la gráfica obtenida del libro de TE se entenderá mejor y nombrada como ilustración 3.

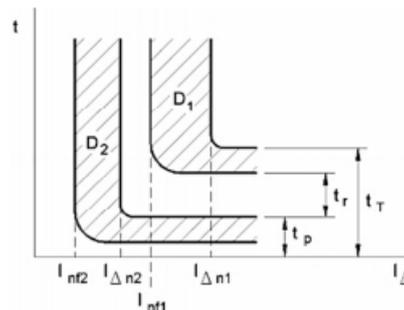


Ilustración 3: Gráfica funcionamiento selectivo protecciones (Fuente: Tecnología eléctrica)

2.1.9 CÁLCULO DE COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

A continuación, realizaremos el cálculo de la energía reactiva generada en los receptores de la instalación para comprobar que no se comprometa la potencia activa instalada y prevista y aumente el consumo de energía reactiva. Para ello, compensaremos esta cantidad, hasta llegar a tener un $\cos \varphi = 0,95$. De esta forma, calcularemos la potencia reactiva consumida por cada receptor exceptuando los de alumbrado, ya que éste trabaja en valores cercanos a 1. Al no tener valores experimentales, supondremos el peor de los casos, es decir un factor de potencia, general y común para todos los receptores de 0,8.

Y se obtiene la potencia reactiva (Q_r) de cada receptor a partir de estas expresiones:

$$Q_r = P \times \operatorname{tg} \varphi$$

$$tg\varphi = \frac{\sqrt{1 - (\cos\varphi)^2}}{\cos\varphi}$$

Siendo:

P: potencia activa de cada receptor (kW).

Qr: Potencia reactiva de cada receptor (kVar).

cos(φ): factor de potencia.

En la tabla 15, se proporciona el cálculo de la energía reactiva de los receptores de la instalación:

DENOMINACIÓN	P (W)	cos fi	tg fi	Q (kW)
PLANTA BAJA				
TRAFO	400000	0,8	0,75	300
PLANTA PRIMERA	84091,2	0,8	0,75	63,0684
UINT 1	2250	0,8	0,75	1,6875
UINT 2	2250	0,8	0,75	1,6875
UINT 3	2250	0,8	0,75	1,6875
UINT 4	2250	0,8	0,75	1,6875
UINT 5	2250	0,8	0,75	1,6875
UINT 6	2250	0,8	0,75	1,6875
UINT TIENDA 1	2250	0,8	0,75	1,6875
U INT TIENDA 2	2250	0,8	0,75	1,6875
PUERTA	2500	0,8	0,75	1,875
PERSIANAS 1	1500	0,8	0,75	1,125
PERSIANAS 2	1500	0,8	0,75	1,125
RESERVA	1	0,8	0,75	0,00075
TORNOS	1850	0,8	0,75	1,3875
CONTROL	8000	0,8	0,75	6
FUENTE	400	0,8	0,75	0,3
TV	800	0,8	0,75	0,6
ALTAV PISC 1	2200	0,8	0,75	1,65
ALTAV PISC 2	2200	0,8	0,75	1,65
ALTAV VESTUARIOS	1700	0,8	0,75	1,275
RESERVA	1	0,8	0,75	0,00075
VM - FUERZA	2000	0,8	0,75	1,5
VM - SECAMANOS 1	1200	0,8	0,75	0,9
VM RADIADOR 1	1600	0,8	0,75	1,2
VM - RADIADOR 2	1600	0,8	0,75	1,2
AM - SECAMANOS	1200	0,8	0,75	0,9
AF - SECAMANOS	1200	0,8	0,75	0,9
VF - FUERZA	2000	0,8	0,75	1,5
VF - SECAMANOS 1	1200	0,8	0,75	0,9

VF - RADIADOR 1	1600	0,8	0,75	1,2
VF - RADIADOR 2	1600	0,8	0,75	1,2
VT	1600	0,8	0,75	1,2
RESERVA	1	0,8	0,75	0,00075
TC SALA STAFF	2600	0,8	0,75	1,95
COM SALA STAFF	1800	0,8	0,75	1,35
RESERVA	1	0,8	0,75	0,00075
UUVV BOTIQ.	2500	0,8	0,75	1,875
UUVV ALM PIS	2500	0,8	0,75	1,875
UUVV ALMACEN OU	2500	0,8	0,75	1,875
UUVV PISC 1	2500	0,8	0,75	1,875
UUVV PISC 2	2500	0,8	0,75	1,875
VENDING	1800	0,8	0,75	1,35
MOSTRADOR TIENDA	2300	0,8	0,75	1,725
UUVV TIENDA 1	2500	0,8	0,75	1,875
UUVV ALM TIENDA	2500	0,8	0,75	1,875
V PERS - SECADOR	1200	0,8	0,75	0,9
V PERS RADIADOR	1600	0,8	0,75	1,2
UUVV TIENDA 2	2500	0,8	0,75	1,875
RESERVA	1	0,8	0,75	0,00075
ALTAV TIENDA	1900	0,8	0,75	1,425
RUTER TIENDA	800	0,8	0,75	0,6
FUENTE 1	1300	0,8	0,75	0,975
FUENTE 2	1300	0,8	0,75	0,975
UUVV HALL	2500	0,8	0,75	1,875
UUVV PASILLO	2500	0,8	0,75	1,875
RESTAURANTE	30445,8	0,8	0,75	22,83435
SALA TÉCNICA 1	48829,9	0,8	0,75	36,622425
SALA TECNICA 2	22722	0,8	0,75	17,0415
PLANTA PRIMERA				
UINT 1	2250	0,8	0,75	1,6875
UINT 2	2250	0,8	0,75	1,6875
UINT 3	2250	0,8	0,75	1,6875
UINT 4	2250	0,8	0,75	1,6875
UINT 5	2250	0,8	0,75	1,6875
UINT 6	2250	0,8	0,75	1,6875
CINTAS 1	2750	0,8	0,75	2,0625
CINTAS 2	2750	0,8	0,75	2,0625
CINTAS 3	2750	0,8	0,75	2,0625
CINTAS 4	2750	0,8	0,75	2,0625
CINTAS 5	2750	0,8	0,75	2,0625
CINTAS 6	2750	0,8	0,75	2,0625
CINTAS 7	2750	0,8	0,75	2,0625
CINTAS 8	2750	0,8	0,75	2,0625

CINTAS 9	2750	0,8	0,75	2,0625
CINTAS 10	2750	0,8	0,75	2,0625
BICIS 1	2000	0,8	0,75	1,5
BICIS 2	2000	0,8	0,75	1,5
BICIS 3	2000	0,8	0,75	1,5
BICIS 4	2000	0,8	0,75	1,5
BICIS 5	2000	0,8	0,75	1,5
BICIS 6	2000	0,8	0,75	1,5
ELEVADOR	2250	0,8	0,75	1,6875
RESERVA	1	0,8	0,75	0,00075
USOS VARIOS MUSC 1	2500	0,8	0,75	1,875
USOS VARIOS MUSC 2	2500	0,8	0,75	1,875
USOS VARIOS MUSC 3	2500	0,8	0,75	1,875
USOS VARIOS MUSC 4	2500	0,8	0,75	1,875
ALATAV MUSC	1750	0,8	0,75	1,3125
ALTAV CARD	2500	0,8	0,75	1,875
ALTAV SALA ENTR 1	2500	0,8	0,75	1,875
ALTAV SALA ENTR 2	2500	0,8	0,75	1,875
USOS VARIOS ENTR1.1	2500	0,8	0,75	1,875
USOS VARIOS ENTR1.2	2500	0,8	0,75	1,875
USOS VARIOS ENTR2.1	2500	0,8	0,75	1,875
USOS VARIOS ENTR2.2	2500	0,8	0,75	1,875
USOS VARIOS ALM	2500	0,8	0,75	1,875
RESERVA	1	0,8	0,75	0,00075
USOS VARIOS LIMBOT	2500	0,8	0,75	1,875
RESERVA	1	0,8	0,75	0,00075
AM SECAMANOS 1	1200	0,8	0,75	0,9
AF SECAMANOS 1	1200	0,8	0,75	0,9
AM SECAMANOS 2	1200	0,8	0,75	0,9
AF SECAMANOS 2	1200	0,8	0,75	0,9
AM FUERZA	2000	0,8	0,75	1,5
AF FUERZA	2000	0,8	0,75	1,5
RUTER 1	1500	0,8	0,75	1,125
RUTER 2	1500	0,8	0,75	1,125
FUENTE	450	0,8	0,75	0,3375
RESERVA	1	0,8	0,75	0,00075
RESTAURANTE				
UI AA1	2200	0,8	0,75	1,65
UI AA2	2200	0,8	0,75	1,65
RECUPERADOR	1500	0,8	0,75	1,125
EXTRACCION	900	0,8	0,75	0,675
APOORTE COCINA	1500	0,8	0,75	1,125
ELECTROVALVULA	900	0,8	0,75	0,675
CONGELADOR	2600	0,8	0,75	1,95

NEVERA	2300	0,8	0,75	1,725
FREIDORA	6000	0,8	0,75	4,5
PLANCHA	3500	0,8	0,75	2,625
LAVAVAJILLAS	2450	0,8	0,75	1,8375
RESERVA	1	0,8	0,75	0,00075
TOSTADOR	1500	0,8	0,75	1,125
GRIFO + ENFR CERV	1700	0,8	0,75	1,275
MICROONDAS	2150	0,8	0,75	1,6125
MAQ HIELO	900	0,8	0,75	0,675
MOLINILLOS	520	0,8	0,75	0,39
CAFETERA	3800	0,8	0,75	2,85
TERMO	1500	0,8	0,75	1,125
NEVERA BARRA	1600	0,8	0,75	1,2
USOS VARIOS ALMACEN	2500	0,8	0,75	1,875
RESERVA	1	0,8	0,75	0,00075
SALA TÉCNICA 1				
UNIT SALA 1	2250	0,8	0,75	1,6875
UNIT SALA 2	2250	0,8	0,75	1,6875
UNIT COCINA	2250	0,8	0,75	1,6875
RESERVA	1	0,8	0,75	0,00075
RACK	4500	0,8	0,75	3,375
RUTERS	1500	0,8	0,75	1,125
AEROTERMIA 1	3000	0,8	0,75	2,25
AEROTERMIA 2	3000	0,8	0,75	2,25
CONTROL CLIMA	300	0,8	0,75	0,225
DESHUMECTADORA	1550	0,8	0,75	1,1625
UEXT 1	3800	0,8	0,75	2,85
UEXT 2	3800	0,8	0,75	2,85
UEXT 3	3800	0,8	0,75	2,85
UEXT 4	3800	0,8	0,75	2,85
UEXT 5	3800	0,8	0,75	2,85
UEXT 6	3800	0,8	0,75	2,85
UEXT 7	3800	0,8	0,75	2,85
UEXT 8	3800	0,8	0,75	2,85
UNIT PAS P1.1	2200	0,8	0,75	1,65
UNIT PAS P1.2	2200	0,8	0,75	1,65
UNIT PAS PB.1	2200	0,8	0,75	1,65
UNIT PAS PB.2	2200	0,8	0,75	1,65
UNIT ZON HUM.1	2200	0,8	0,75	1,65
UNIT ZON HUM.2	2200	0,8	0,75	1,65
UNIT SOT.1	2200	0,8	0,75	1,65
UNIT SOT.2	2200	0,8	0,75	1,65
GRUPO PCI	5500	0,8	0,75	4,125
RESERVA	1	0,8	0,75	0,00075

SALA TÉCNICA 2				
BOMBA FILT PISC 1	2400	0,8	0,75	1,8
BOMBA FILT 2	2400	0,8	0,75	1,8
BOMBA FILT PISC 3	2400	0,8	0,75	1,8
BOMBA FILT PISC 4	2400	0,8	0,75	1,8
BOMBA FILT PISC 5	2400	0,8	0,75	1,8
BOMBA FILT 6	2400	0,8	0,75	1,8
CONTROL PH/COLORO	500	0,8	0,75	0,375
ELECTROLISIS PISC 1	500	0,8	0,75	0,375
ELECTROLISIS PISC 2	500	0,8	0,75	0,375
RESERVA	1	0,8	0,75	0,00075
BOMBA DOSIF PISC 1	500	0,8	0,75	0,375
BOMBA DOSIF PISC 2	500	0,8	0,75	0,375
BOMBA PISC SEC 1	500	0,8	0,75	0,375
BOMBA PISC SEC 2	500	0,8	0,75	0,375
BOMBA PISC PRIM 1	550	0,8	0,75	0,4125
BOMBA PISC PRIM 2	550	0,8	0,75	0,4125
RET ACS	1120	0,8	0,75	0,84
AFS	1760	0,8	0,75	1,32
DESCALCIFICADOR	250	0,8	0,75	0,1875
RESERVA	1	0,8	0,75	0,00075

Tabla 15. Cálculo potencia reactiva de los receptores

En la tabla 16 se proporciona el valor de la potencia reactiva total calculada:

Potencia Reactiva	317517,9	VAr
	317,5179	kVAr

Tabla 16. Potencia reactiva total calculada

Para conseguir mejorar el factor de potencia a 0,95, instalaremos una batería de condensadores que realice la compensación de forma centralizada y regulable. De esta forma conseguimos un mantenimiento más sencillo. Antes de instalar el sistema de compensación, y como hemos visto en las tablas, obtenemos una potencia reactiva de 317,5179 kVAr.

La potencia de compensación se calcula como:

$$Q_{compens} = P \times (\tan\varphi_{antes\ comp} - \tan\varphi_{despues\ comp})$$

Siendo:

$$\tan\varphi_{1,antescomp} = 0,75$$

$$\tan\varphi_{despues\ comp} = 0,329$$

Por lo tanto, la potencia de compensación será:

$$Q_{compens,1} = 133,675 \text{ kVar}$$

Instalaremos un grupo de 4 escalones de condensadores con distintos valores para que la compensación se realice en función de las necesidades de la instalación en cada momento. La tabla 17 explica los diferentes escalones.

Escalón activo	Potencia (kVAr)	I(A)
Qu	33,41875	48,2358108
2xQu	66,8375	96,4716215
3xQu	100,25625	144,707432
4xQu	133,675	192,943243

Tabla 17. N.º de escalones de reactiva calculados

Siendo la intensidad que los alimenta:

$$I (A) = \frac{Qu}{\sqrt{3} \times U}$$

3 RELACIÓN CON ODS, CONCLUSIONES Y BIBLIOGRAFÍA

3.- RELACIÓN CON ODS, CONCLUSIONES Y BIBLIOGRAFÍA	60
3.1.- RELACIÓN CON ODS	62
3.2.- CONCLUSIONES	62
3.3.- BIBLIOGRAFÍA	62

3.1 RELACIÓN CON ODS

La instalación proyectada, está relacionada con los ODS marcados por la unión europea, concretamente, porque el recinto al que se destina será un espacio para que la población pueda hacer deporte y mejorar su calidad de vida, no se pondrá condiciones a lugar de procedencia ni a su sexo, siendo un lugar inclusivo donde hombres y mujeres puedan practicar deporte libremente, en igualdad de condiciones y de manera segura.

Además, será un lugar libre de emisiones, fomentando así la lucha contra el calentamiento global. El recinto ofrecerá a la sociedad una infraestructura moderna e innovadora que generará puestos de trabajo decentes y colaborará con el crecimiento económico de la ciudad.

3.2 CONCLUSIONES

La realización de este Trabajo de Fin de Grado, que ha consistido en redactar un proyecto a partir de la información que he ido recabando en diferentes sitios, como el libro de la asignatura de tecnología eléctrica, el reglamento electrotécnico de baja tensión y la normativa interna de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes principalmente y los todos los catálogos que he necesitado encontrar para realizar un proyecto lo más realista posible.

También me ha sido útil para aprender a usar softwares de ingeniería como Dialux, un programa libre que me ha ayudado con los cálculos luminotécnicos, DMelect, con el que he dibujado los esquemas unifilares y elegido los conductores y todo lo que ha rodeado a nuestra instalación, finalmente he profundizado en el uso del software Arquímedes, con el que he hecho el presupuesto del proyecto.

Otro aspecto que he valorado durante la redacción del proyecto ha sido la cantidad de variables que tiene una instalación y tiene que decidir el ingeniero, desde la distribución de los cuadros de protección, hasta el tipo de esquema pasando por las vías de evacuación, alumbrado, valorar si es necesario o no diseñar la instalación a su máxima capacidad o bien, aplicar coeficientes de simultaneidad... En definitiva, me ha enseñado a que, en la vida real, no se funciona con problemas acotados si no que se elige la mejor opción a partir de un amplio abanico de posibilidades.

En definitiva, he aprendido la importancia que tiene un ingeniero en cualquier ámbito de la producción y, más profundamente, en el de la electricidad, un sector vital para el desarrollo de la industria actual y que está directamente relacionado con el estilo de vida que tiene nuestra sociedad.

Ahora que finalizo mis estudios de grado, quiero aprovechar para agradecer profundamente a la universidad y todos los profesores la formación que he recibido ya que estoy seguro de que son los que marcarán mi vida profesional y una buena de comenzarla ha sido con este Trabajo de Fin de Grado.

3.3 BIBLIOGRAFÍA

- Libro tecnología eléctrica (UPV)
- Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT)
- Libro sistemas eléctricos en centrales (Ed Paraninfo)
- Catálogo protecciones y conductores BT Legrand, ABB y Schneider
- Norma Iberdrola de baja tensión (Enero 2005)
- Software Dialux
- Software DMelect CIEBT

4 PRESUPUESTO

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN				
1.1	U06TC010	ud	Centro de seccionamiento y transformación para 400 KVA., formado por caseta de hormigón prefabricada, monobloque, totalmente estanca, cabinas metálicas homologadas, equipadas con seccionadores de línea, de puesta a tierra, interruptor combinado con fusibles, transformadores de tensión e intensidad, indicadores de tensión, embarrado, transformador en baño de aceite, cableado de interconexión, con cable de aluminio 15/20 kV., terminales, accesorios, transporte montaje y conexionado.	
	O01BL200	10,000 h.	Oficial 1ª Electricista	18,62
	O01BL210	10,000 h.	Oficial 2ª Electricista	18,15
	O01BL220	10,000 h.	Ayudante Electricista	16,12
	P15BA010	1,000 ud	Caseta C.T. hasta 400 KVA	7.456,14
	P15BB010	2,000 ud	Celda línea E/S con SPT	2.583,98
	P15BB020	1,000 ud	Celda sec. y remon. SPT	2.529,58
	P15BB030	1,000 ud	Celda protec. f. comb. SPT	2.884,44
	P15BB040	1,000 ud	Celda medida 3TI+-3TT	6.261,64
	P15BC120	1,000 ud	Transf.baño aceite 400 KVA	8.509,72
	P01DW020	1,000 ud.	Pequeño material	0,85
	A1	1,000 Ud	Puente de interconexión	332,55
	A2	1,000 Ud	Cuadro de Baja tensión	1.314,54
	A3	1,000 Ud	Instalación básica de alumbrado	166,87
	A4	1,000 Ud	Armario de contadores	554,06
		4,000 %	Costes indirectos	35.707,25
Precio total por ud				37.135,54
Son treinta y siete mil ciento treinta y cinco Euros con cincuenta y cuatro céntimos				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
2 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN					
2.1 A_CGBT		Ud	Armario para cuadro general de protección con aislamiento y puerta opaca según R.E.B.T.		
	O01BL200	6,500 h.	Oficial 1ª Electricista	18,62	121,03
	O01BL220	6,500 h.	Ayudante Electricista	16,12	104,78
	P15FB080	1,000 ud	Arm.puerta 1000x800x250	393,01	393,01
		4,000 %	Costes indirectos	618,82	24,75
			Precio total por Ud		643,57
			Son seiscientos cuarenta y tres Euros con cincuenta y siete céntimos		
2.2 PROTECCIONES_PB		Ud	Detalle de protecciones magnetotérmicas y diferenciales		
	O01BL200	4,000 h.	Oficial 1ª Electricista	18,62	74,48
	O01BL220	4,000 h.	Ayudante Electricista	16,12	64,48
	P15FE300	1,000 ud	Int. aut. 4x630 A 50 KA	2.959,93	2.959,93
	P15FE270	1,000 ud	PIA 4x125 A	297,51	297,51
	P15FE250	1,000 ud	PIA 4x80 A	298,12	298,12
	P15FE230	1,000 ud	PIA 4x50 A	247,63	247,63
	P15FE220	1,000 ud	PIA 4x40 A	119,19	119,19
	P15FE100	1,000 ud	PIA 2x40 A	52,23	52,23
	P15FE060	53,000 ud	PIA 2x16 A	38,83	2.057,99
	P15FE050	35,000 ud	PIA 2x10 A.	38,13	1.334,55
	P15FD170	1,000 ud	Bloque. difer. 4x125 A 30 mA	199,14	199,14
	P15FD120	1,000 ud	Interr.auto.difer. 4x80A 30mA	241,38	241,38
	P15FD090	1,000 ud	Interr.auto.difer. 4x63 A 30mA	469,94	469,94
	P15FD030	1,000 ud	Interr.auto.difer. 2x63 A 30mA	284,81	284,81
	P15FD080	1,000 ud	Interr.auto.difer. 4x40 A 30mA	216,47	216,47
	P15FD020	26,000 ud	Interr.auto.difer. 2x40 A 30mA	118,25	3.074,50
	P15FD010	17,000 ud	Interr.auto.difer. 2x25 A 30mA	114,71	1.950,07
		4,000 %	Costes indirectos	13.942,42	557,70
			Precio total por Ud		14.500,12
			Son catorce mil quinientos Euros con doce céntimos		

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
----	--------	----	-------------	-------

3 SUBCUADRO PRIMERA PLANTA

3.1 A_CGBT	Ud	Armario para cuadro general de protección con aislamiento y puerta opaca según R.E.B.T.		
	O01BL200	6,500 h.	Oficial 1ª Electricista	18,62
	O01BL220	6,500 h.	Ayudante Electricista	16,12
	P15FB080	1,000 ud	Arm.puerta 1000x800x250	393,01
		4,000 %	Costes indirectos	618,82
			Precio total por Ud	643,57

Son seiscientos cuarenta y tres Euros con cincuenta y siete céntimos

3.2 PROTECCIONES_PP	Ud	Detalle de protecciones magnetotérmicas y diferenciales		
	O01BL200	4,000 h.	Oficial 1ª Electricista	18,62
	O01BL220	4,000 h.	Ayudante Electricista	16,12
	P15FE270	1,000 ud	PIA 4x125 A	297,51
	P15FE060	50,000 ud	PIA 2x16 A	38,83
	P15FE050	18,000 ud	PIA 2x10 A.	38,13
	P15FD010	9,000 ud	Interr.auto.difer. 2x25 A 30mA	114,71
	P15FD020	25,000 ud	Interr.auto.difer. 2x40 A 30mA	118,25
		4,000 %	Costes indirectos	7.052,95
			Precio total por Ud	7.335,07

Son siete mil trescientos treinta y cinco Euros con siete céntimos

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
4 SUBCUADRO RESTAURANTE				
4.1	A_CGBT	Ud	Armario para cuadro general de protección con aislamiento y puerta opaca según R.E.B.T.	
	O01BL200	6,500 h.	Oficial 1ª Electricista	18,62
	O01BL220	6,500 h.	Ayudante Electricista	16,12
	P15FB080	1,000 ud	Arm.puerta 1000x800x250	393,01
		4,000 %	Costes indirectos	618,82
Precio total por Ud				643,57
Son seiscientos cuarenta y tres Euros con cincuenta y siete céntimos				
4.2	PROTECCIONES_RE	Ud	Detalle de protecciones magnetotérmicas y diferenciales	
	O01BL200	4,000 h.	Oficial 1ª Electricista	18,62
	O01BL220	4,000 h.	Ayudante Electricista	16,12
	P15FE230	1,000 ud	PIA 4x50 A	247,63
	P15FE070	1,000 ud	PIA 2x20 A	39,23
	P15FE190	2,000 ud	PIA 4x20 A	93,92
	P15FE060	23,000 ud	PIA 2x16 A	38,83
	P15FE050	6,000 ud	PIA 2x10 A.	38,13
	P15FD100	2,000 ud	Interr.auto.difer. 4x25A 300mA	177,65
	P15FD020	11,000 ud	Interr.auto.difer. 2x40 A 30mA	118,25
	P15FD080	1,000 ud	Interr.auto.difer. 4x40 A 30mA	216,47
	P15FD050	2,000 ud	Interr.auto.difer. 2x40A 300mA	113,77
		4,000 %	Costes indirectos	3.835,59
Precio total por Ud				3.989,01
Son tres mil novecientos ochenta y nueve Euros con un céntimo				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
5 SUBCUADRO SALA TECNICA 1				
5.1 A_CGBT		Ud	Armario para cuadro general de protección con aislamiento y puerta opaca según R.E.B.T.	
	O01BL200	6,500 h.	Oficial 1ª Electricista	18,62 121,03
	O01BL220	6,500 h.	Ayudante Electricista	16,12 104,78
	P15FB080	1,000 ud	Arm.puerta 1000x800x250	393,01 393,01
		4,000 %	Costes indirectos	618,82 24,75
			Precio total por Ud	643,57
			Son seiscientos cuarenta y tres Euros con cincuenta y siete céntimos	
5.2 PROTECCIONES_ST1		Ud	Detalle de protecciones magnetotérmicas y diferenciales	
	O01BL200	4,000 h.	Oficial 1ª Electricista	18,62 74,48
	O01BL220	4,000 h.	Ayudante Electricista	16,12 64,48
	P15FE050	8,000 ud	PIA 2x10 A.	38,13 305,04
	P15FE060	15,000 ud	PIA 2x16 A	38,83 582,45
	P15FE180	2,000 ud	PIA 4x16 A	91,32 182,64
	P15FE070	1,000 ud	PIA 2x20 A	39,23 39,23
	P15FE200	8,000 ud	PIA 4x25 A.	96,47 771,76
	P15FE250	1,000 ud	PIA 4x80 A	298,12 298,12
	P15FD010	4,000 ud	Interr.auto.difer. 2x25 A 30mA	114,71 458,84
	P15FD020	2,000 ud	Interr.auto.difer. 2x40 A 30mA	118,25 236,50
	P15FD050	6,000 ud	Interr.auto.difer. 2x40A 300mA	113,77 682,62
	P15FD110	9,000 ud	Interr.auto.difer. 4x40A 300mA	183,15 1.648,35
		4,000 %	Costes indirectos	5.344,51 213,78
			Precio total por Ud	5.558,29
			Son cinco mil quinientos cincuenta y ocho Euros con veintinueve céntimos	

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
6 SUBCUADRO SALA TECNICA 2				
6.1 A_CGBT		Ud	Armario para cuadro general de protección con aislamiento y puerta opaca según R.E.B.T.	
	O01BL200	6,500 h.	Oficial 1ª Electricista	18,62 121,03
	O01BL220	6,500 h.	Ayudante Electricista	16,12 104,78
	P15FB080	1,000 ud	Arm.puerta 1000x800x250	393,01 393,01
		4,000 %	Costes indirectos	618,82 24,75
			Precio total por Ud	643,57
			Son seiscientos cuarenta y tres Euros con cincuenta y siete céntimos	
6.2 PROTECCIONES_ST2		Ud	Detalle de protecciones magnetotérmicas y diferenciales	
	O01BL200	4,000 h.	Oficial 1ª Electricista	18,62 74,48
	O01BL220	4,000 h.	Ayudante Electricista	16,12 64,48
	P15FE050	3,000 ud	PIA 2x10 A.	38,13 114,39
	P15FE060	14,000 ud	PIA 2x16 A	38,83 543,62
	P15FE180	6,000 ud	PIA 4x16 A	91,32 547,92
	P15FE220	1,000 ud	PIA 4x40 A	119,19 119,19
	P15FD020	8,000 ud	Interr.auto.difer. 2x40 A 30mA	118,25 946,00
	P15FD080	3,000 ud	Interr.auto.difer. 4x40 A 30mA	216,47 649,41
		4,000 %	Costes indirectos	3.059,49 122,38
			Precio total por Ud	3.181,87
			Son tres mil ciento ochenta y un Euros con ochenta y siete céntimos	

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
7 CABLEADO Y CANALIZACIONES				
7.1	CANALIZACIONES	Ud	Instalación Canalizaciones Instalación Interior	
	O01BL200	15,000 h.	Oficial 1ª Electricista	18,62 279,30
	O01BL220	20,000 h.	Ayudante Electricista	16,12 322,40
	P15GH060	20,000 m.	Bandeja chapa galv. perf. 150x60	14,56 291,20
	P15GH050	110,000 m.	Bandeja chapa galv. perf. 75x60	12,00 1.320,00
	P15GB010	8,700 m.	Tubo PVC p.estruc.D=12 mm libre haló...	0,12 1,04
	P15GB070	1.559,700 m	Tubo PVC corrugado M 16/gp5 gris libr...	0,66 1.029,40
	P15GB080	4.257,100 m	Tubo PVC corrugado M 20/gp5 gris libr...	0,84 3.575,96
	P15GB090	362,300 m	Tubo PVC corrugado M 25/gp5 gris libr...	1,28 463,74
	P15GB100	1,500 m	Tubo PVC corrugado M 32/gp5 gris libr...	1,77 2,66
		4,000 %	Costes indirectos	7.285,70 291,43
Precio total por Ud				7.577,13
Son siete mil quinientos setenta y siete Euros con trece céntimos				
7.2	CONDUCTORES	Ud	Tendido de conductores por las canalizaciones	
	O01BL200	10,000 h.	Oficial 1ª Electricista	18,62 186,20
	O01BL220	10,000 h.	Ayudante Electricista	16,12 161,20
	P15GZ070	15,000 m.	Conductor RZ1-k (AS) 35 mm2 Cu	5,70 85,50
	P15GZ060	85,600 m.	Conductor RZ1-k (AS) 16 mm2 Cu	3,59 307,30
	P15GZ050	202,200 m.	Conductor RZ1-k (AS) 10 mm2 Cu	2,31 467,08
	P15GZ040	1.513,400 m.	Conductor RZ1-k (AS) 6 mm2 Cu	1,35 2.043,09
	P15GZ030	495,000 m.	Conductor RZ1-k (AS) 4 mm2 Cu	0,92 455,40
	P15GZ020	12.861,500 m.	Conductor RZ1-k (AS) 2,5 mm2 Cu	0,59 7.588,29
	P15GZ010	4.625,400 m.	Conductor RZ1-k (AS) 1,5 mm2 Cu	0,37 1.711,40
	P15GZ080	40,000 m.	Conductor RZ1-k (AS) 95 mm2 Cu	20,09 803,60
	P15GZ090	120,000 m.	Conductor RZ1-k (AS) 185 mm2 Cu	38,80 4.656,00
		4,000 %	Costes indirectos	18.465,06 738,60
Precio total por Ud				19.203,66
Son diecinueve mil doscientos tres Euros con sesenta y seis céntimos				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
8 LUMINARIAS				
8.1	LUMINARIAS_PB	Ud	Lista luminarias	
	L1	17,000 Ud	LED EMPOTRADO EN TECHO CUAD...	42,86 728,62
	L2	76,000 Ud	LED EMERGENCIA	22,56 1.714,56
	L3	20,000 Ud	TUBO LED	36,98 739,60
	L4	8,000 Ud	PLAFÓN LED EMPOTRADO EN TECHO	46,23 369,84
	L5	10,000 Ud	FOCO LED PISCINA	356,87 3.568,70
	L6	16,000 Ud	LED EMPOTRADO EN TECHO REDO...	57,34 917,44
		4,000 %	Costes indirectos	8.038,76 321,55
			Precio total por Ud	8.360,31
Son ocho mil trescientos sesenta Euros con treinta y un céntimos				
8.2	LUMINARIAS_PP	Ud	Lista luminarias	
	L1	33,000 Ud	LED EMPOTRADO EN TECHO CUAD...	42,86 1.414,38
	L2	36,000 Ud	LED EMERGENCIA	22,56 812,16
	L4	9,000 Ud	PLAFÓN LED EMPOTRADO EN TECHO	46,23 416,07
	L6	10,000 Ud	LED EMPOTRADO EN TECHO REDO...	57,34 573,40
		4,000 %	Costes indirectos	3.216,01 128,64
			Precio total por Ud	3.344,65
Son tres mil trescientos cuarenta y cuatro Euros con sesenta y cinco céntimos				
8.3	LUMINARIAS_PS	Ud	Lista luminarias	
	L1	14,000 Ud	LED EMPOTRADO EN TECHO CUAD...	42,86 600,04
	L2	13,000 Ud	LED EMERGENCIA	22,56 293,28
	L4	5,000 Ud	PLAFÓN LED EMPOTRADO EN TECHO	46,23 231,15
		4,000 %	Costes indirectos	1.124,47 44,98
			Precio total por Ud	1.169,45
Son mil ciento sesenta y nueve Euros con cuarenta y cinco céntimos				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
9 PROYECTO Y TRABAJOS DE INGENIERÍA					
9.1 PROYECTO		1	Diseño de la instalación, redacción del proyecto y dirección obra		
	O01ET070	320,000 h.	Ingeniero Industrial	38,55	12.336,00
		4,000 %	Costes indirectos	12.336,00	493,44
			Precio total por 1		12.829,44
Son doce mil ochocientos veintinueve Euros con cuarenta y cuatro céntimos					

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
1.1	1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Ud Centro de seccionamiento y transformación para 400 KVA., formado por caseta de hormigón prefabricada, monobloque, totalmente estanca, cabinas metálicas homologadas, equipadas con seccionadores de línea, de puesta a tierra, interruptor combinado con fusibles, transformadores de tensión e intensidad, indicadores de tensión, embarrado, transformador en baño de aceite, cableado de interconexión, con cable de aluminio 15/20 kV., terminales, accesorios, transporte montaje y conexionado.	37.135,54	TREINTA Y SIETE MIL CIENTO TREINTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
2.1	2 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN Ud Armario para cuadro general de protección con aislamiento y puerta opaca según R.E.B.T.	643,57	SEISCIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS
2.2	Ud Detalle de protecciones magnetotérmicas y diferenciales	14.500,12	CATORCE MIL QUINIENTOS EUROS CON DOCE CÉNTIMOS
3.1	3 SUBCUADRO PRIMERA PLANTA Ud Armario para cuadro general de protección con aislamiento y puerta opaca según R.E.B.T.	643,57	SEISCIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS
3.2	Ud Detalle de protecciones magnetotérmicas y diferenciales	7.335,07	SIETE MIL TRESCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON SIETE CÉNTIMOS
4.1	4 SUBCUADRO RESTAURANTE Ud Armario para cuadro general de protección con aislamiento y puerta opaca según R.E.B.T.	643,57	SEISCIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS
4.2	Ud Detalle de protecciones magnetotérmicas y diferenciales	3.989,01	TRES MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON UN CÉNTIMO
5.1	5 SUBCUADRO SALA TECNICA 1 Ud Armario para cuadro general de protección con aislamiento y puerta opaca según R.E.B.T.	643,57	SEISCIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS
5.2	Ud Detalle de protecciones magnetotérmicas y diferenciales	5.558,29	CINCO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS
6.1	6 SUBCUADRO SALA TECNICA 2 Ud Armario para cuadro general de protección con aislamiento y puerta opaca según R.E.B.T.	643,57	SEISCIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS
6.2	Ud Detalle de protecciones magnetotérmicas y diferenciales	3.181,87	TRES MIL CIENTO OCHENTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
	7 CABLEADO Y CANALIZACIONES		

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
7.1	Ud Instalación Canalizaciones Instalación Interior	7.577,13	SIETE MIL QUINIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS CON TRECE CÉNTIMOS
7.2	Ud Tendido de conductores por las canalizaciones	19.203,66	DIECINUEVE MIL DOSCIENTOS TRES EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS
8 LUMINARIAS			
8.1	Ud Lista luminarias	8.360,31	OCHO MIL TRESCIENTOS SESENTA EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS
8.2	Ud Lista luminarias	3.344,65	TRES MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS
8.3	Ud Lista luminarias	1.169,45	MIL CIENTO SESENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
9 PROYECTO Y TRABAJOS DE INGENIERÍA			
9.1	1 Diseño de la instalación, redacción del proyecto y dirección obra	12.829,44	DOCE MIL OCHOCIENTOS VEINTINUEVE EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

RESUMEN POR CAPITULOS

CAPITULO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	37.135,54
CAPITULO CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN	15.143,69
CAPITULO SUBCUADRO PRIMERA PLANTA	7.978,64
CAPITULO SUBCUADRO RESTAURANTE	4.632,58
CAPITULO SUBCUADRO SALA TECNICA 1	6.201,86
CAPITULO SUBCUADRO SALA TECNICA 2	3.825,44
CAPITULO CABLEADO Y CANALIZACIONES	26.780,79
CAPITULO LUMINARIAS	12.874,41
CAPITULO PROYECTO Y TRABAJOS DE INGENIERÍA	12.829,44
REDONDEO.....	
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL.....	<u>127.402,39</u>

EL PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL ASCIENDE A LAS EXPRESADAS CIENTO VEINTISIETE MIL CUATROCIENTOS DOS EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

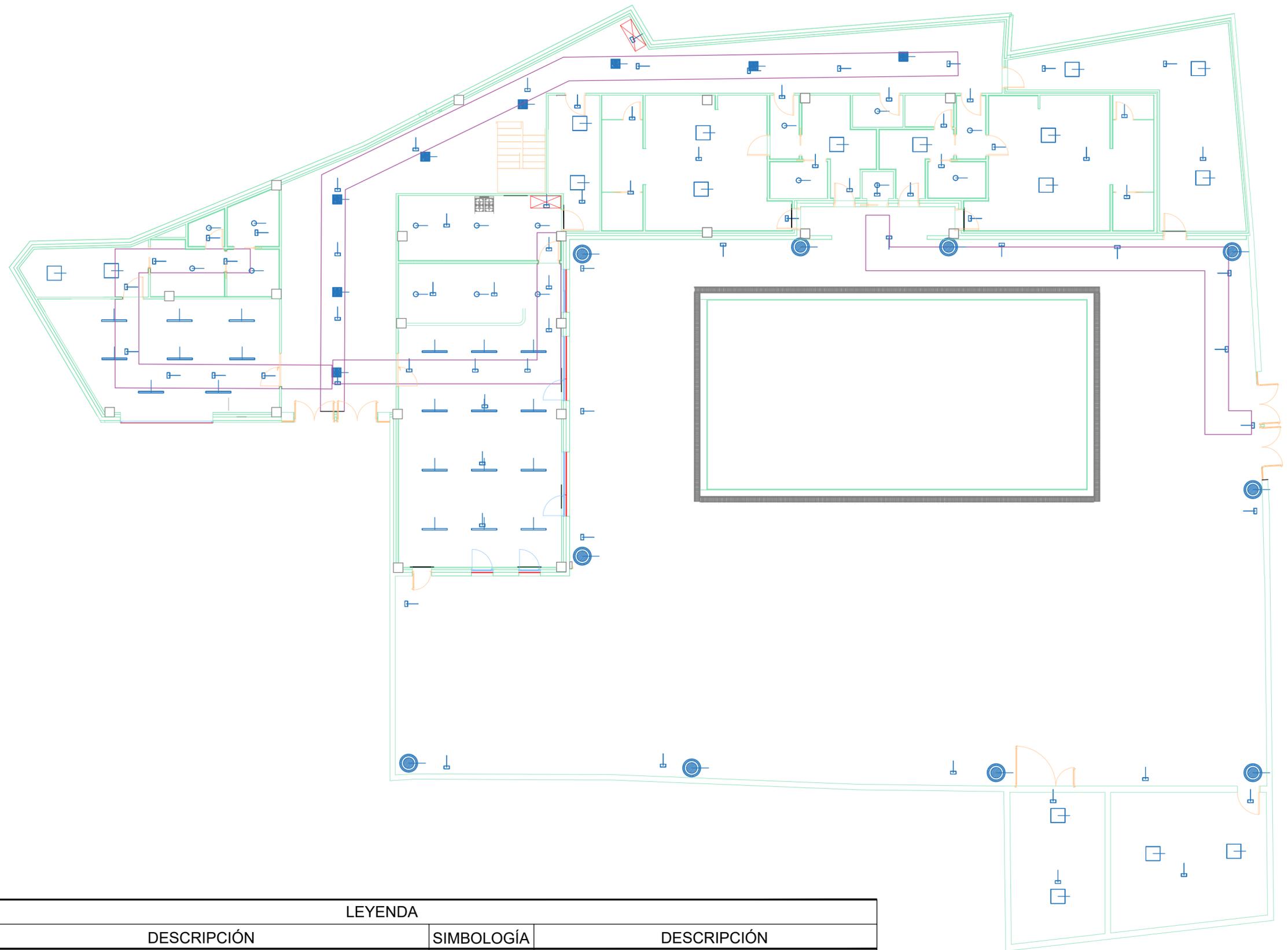
Proyecto: Instalación Eléctrica de Baja tensión para un centro deportivo

Capítulo	Importe
Capítulo 1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	37.135,54
Capítulo 2 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN	15.143,69
Capítulo 3 SUBCUADRO PRIMERA PLANTA	7.978,64
Capítulo 4 SUBCUADRO RESTAURANTE	4.632,58
Capítulo 5 SUBCUADRO SALA TECNICA 1	6.201,86
Capítulo 6 SUBCUADRO SALA TECNICA 2	3.825,44
Capítulo 7 CABLEADO Y CANALIZACIONES	26.780,79
Capítulo 8 LUMINARIAS	12.874,41
Capítulo 9 PROYECTO Y TRABAJOS DE INGENIERÍA	12.829,44
Presupuesto de ejecución material	127.402,39
13% de gastos generales	16.562,31
6% de beneficio industrial	7.644,14
Suma	151.608,84
21% IVA	31.837,86
Presupuesto de ejecución por contrata	183.446,70

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CIENTO OCHENTA Y TRES MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS.

5 PLANOS

- 01. PLANOS DE ALUMBRADO Y VÍAS DE EVACUACIÓN**
- 02. PLANOS DE FUERZA**
- 03. ESQUEMAS UNIFILARES**



LEYENDA			
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	PANTALLA LED EMPOTRADA CUADRADA		PLAFÓN CUADRADO EMPOTRADO TECHO
	LED DE EMERGENCIA		FOCO LED PISCINA
	TUBO LED		PANTALLA LED EMPOTRADA REDONDA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Eduardo Simó Viñes
Autor proyecto

Proyecto:
**PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE
BAJA TENSIÓN DE UN POLIDEPORTIVO**

Fecha:
Abril de 2023

Plano:
Instalación alumbrado y vías de
evacuación Planta Baja

Escala:
1:10

Nº Plano:

01



LEYENDA			
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	PANTALLA LED EMPOTRADA CUADRADA		PLAFÓN CUADRADO EMPOTRADO TECHO
	LED DE EMERGENCIA		PANTALLA LED EMPOTRADA REDONDA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

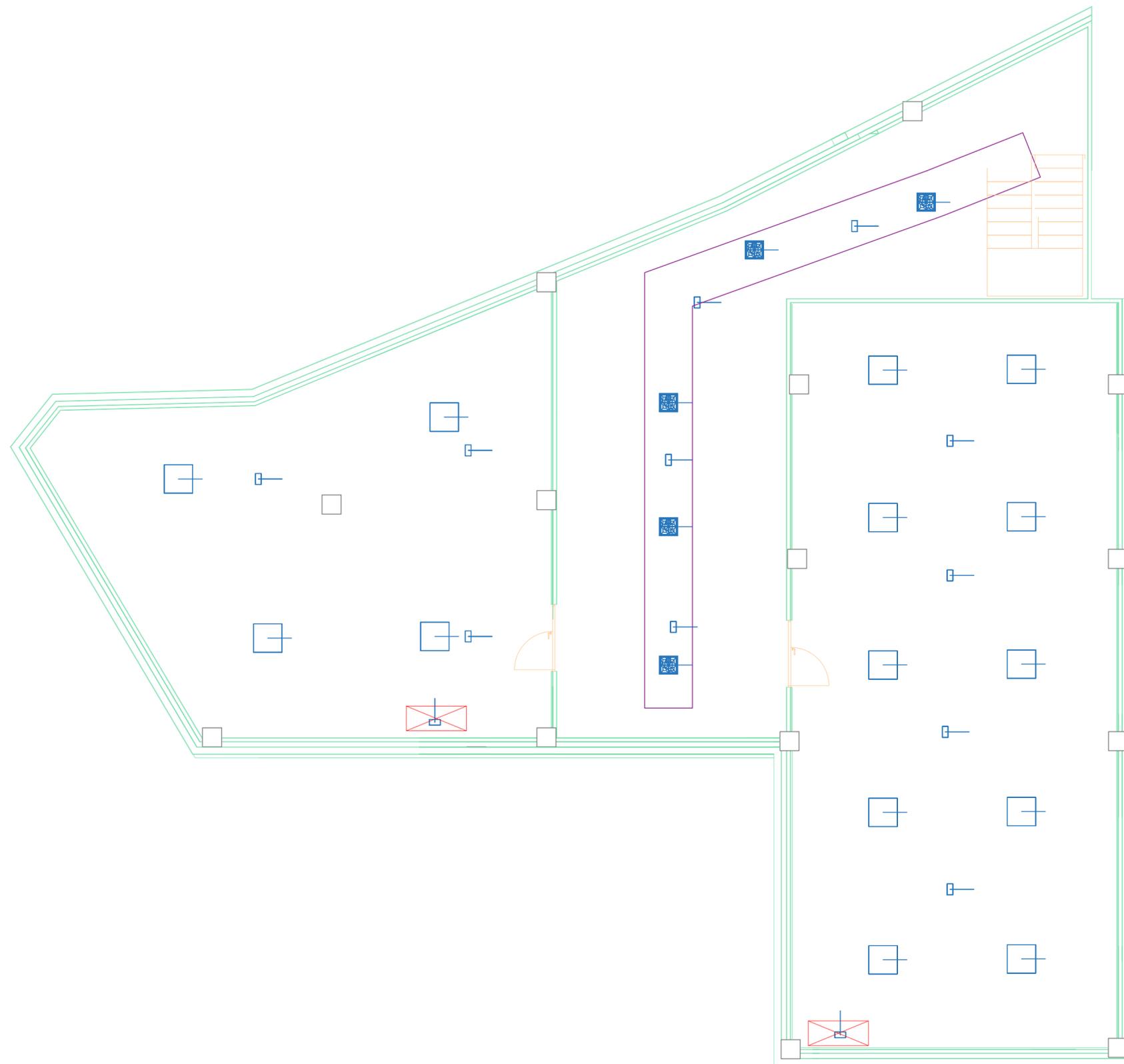
Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN POLIDEPORTIVO**

Fecha: **Abril de 2023**

Escala: **1:10**

Plano: **Instalación alumbrado y vías de evacuación Planta Primera**

Eduardo Simó Viñes
Autor proyecto



LEYENDA			
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	PANTALLA LED EMPOTRADA CUADRADA		PLAFÓN CUADRADO EMPOTRADO TECHO
	LED DE EMERGENCIA		

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Eduardo Simó Viñes
Autor proyecto

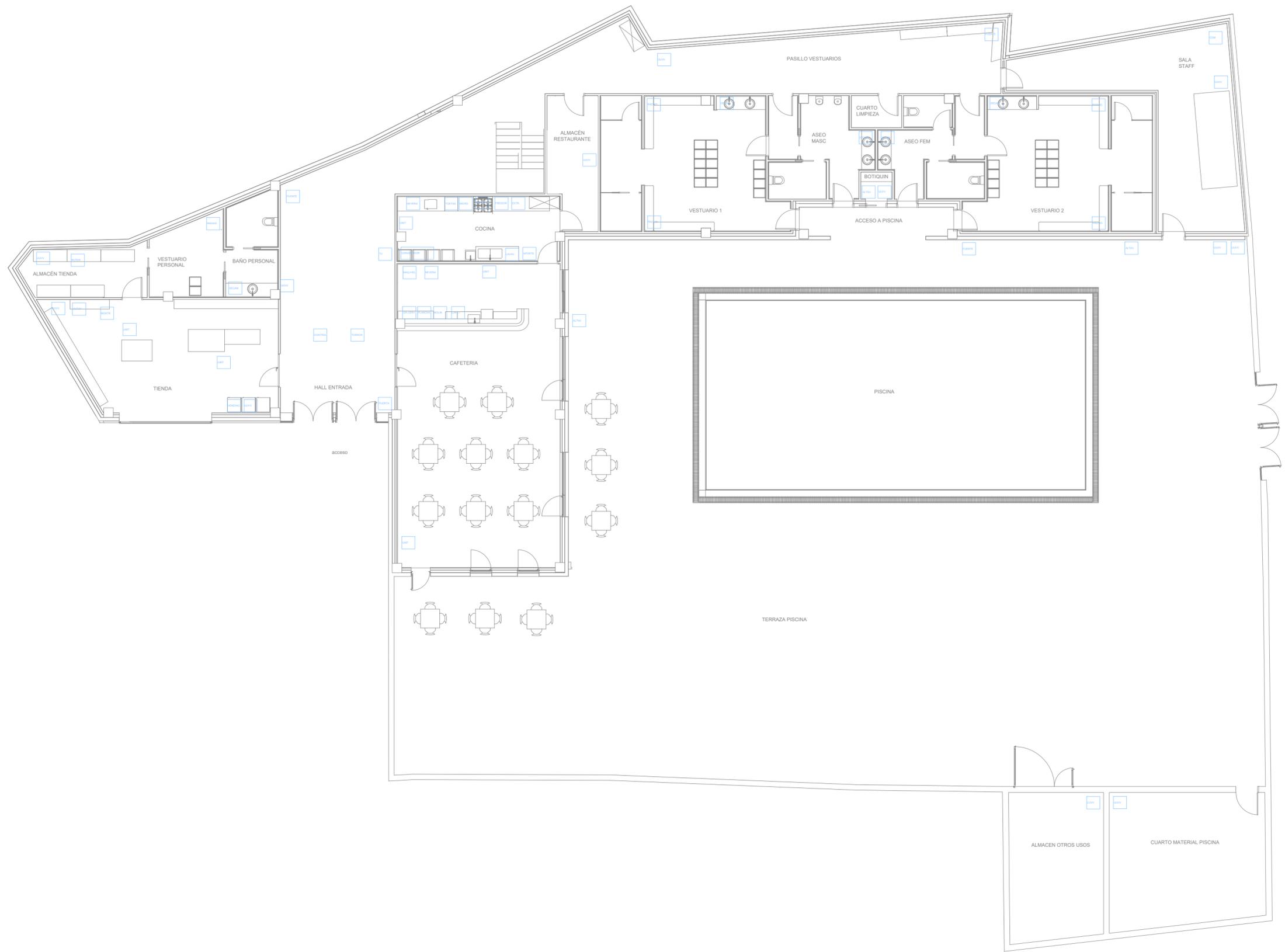
Proyecto:
**PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE
BAJA TENSIÓN DE UN POLIDEPORTIVO**

Fecha:
Abril de 2023

Escala:
1:10

Plano:
Instalación alumbrado y vías de
evacuación Planta Sotano

Nº Plano:



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

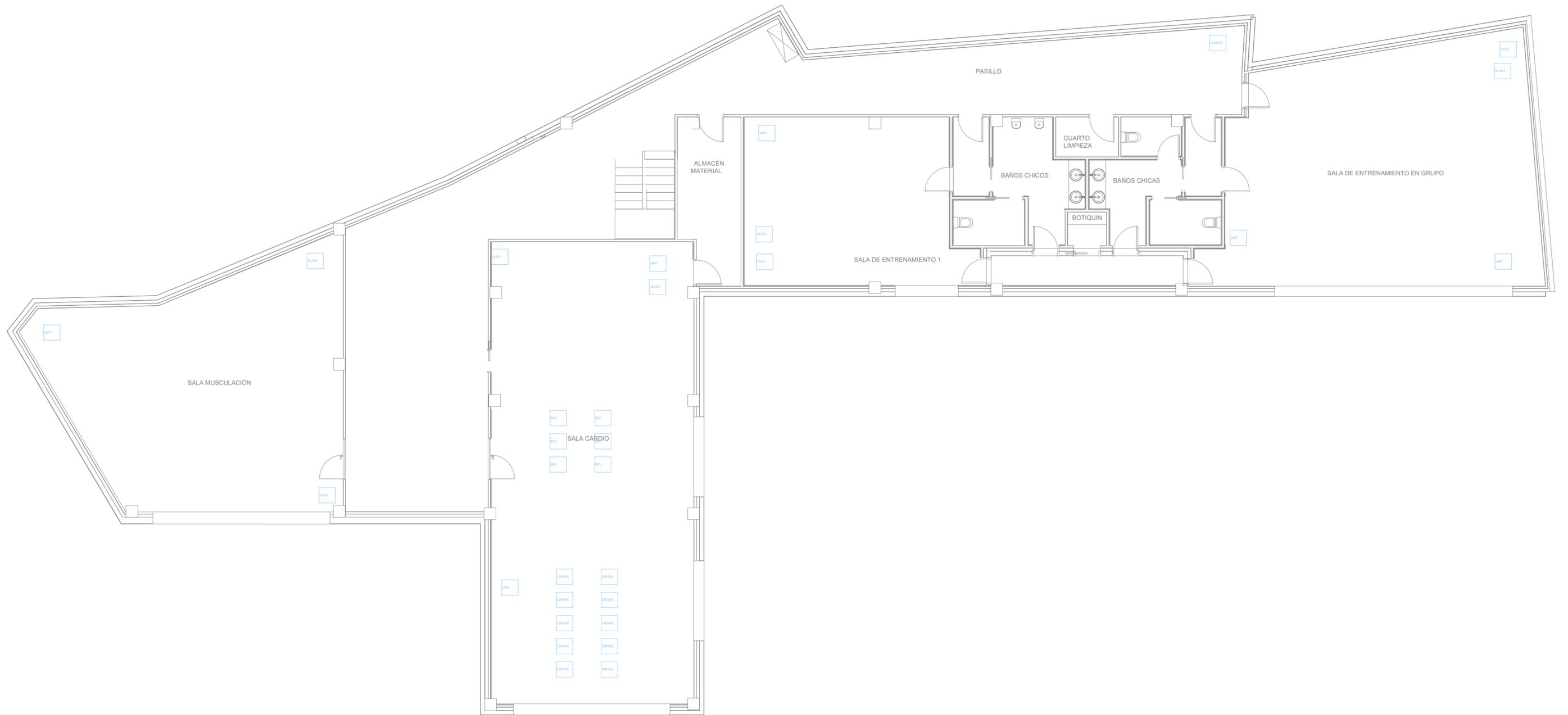
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA **ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA**

Eduardo Simó Viñes
Autor proyecto

Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN POLIDEPORTIVO**

Fecha: Escala:
 Abril de 2023 1:10

Plano: N° Plano:
INSTALACIÓN FUERZA PLANTA BAJA



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

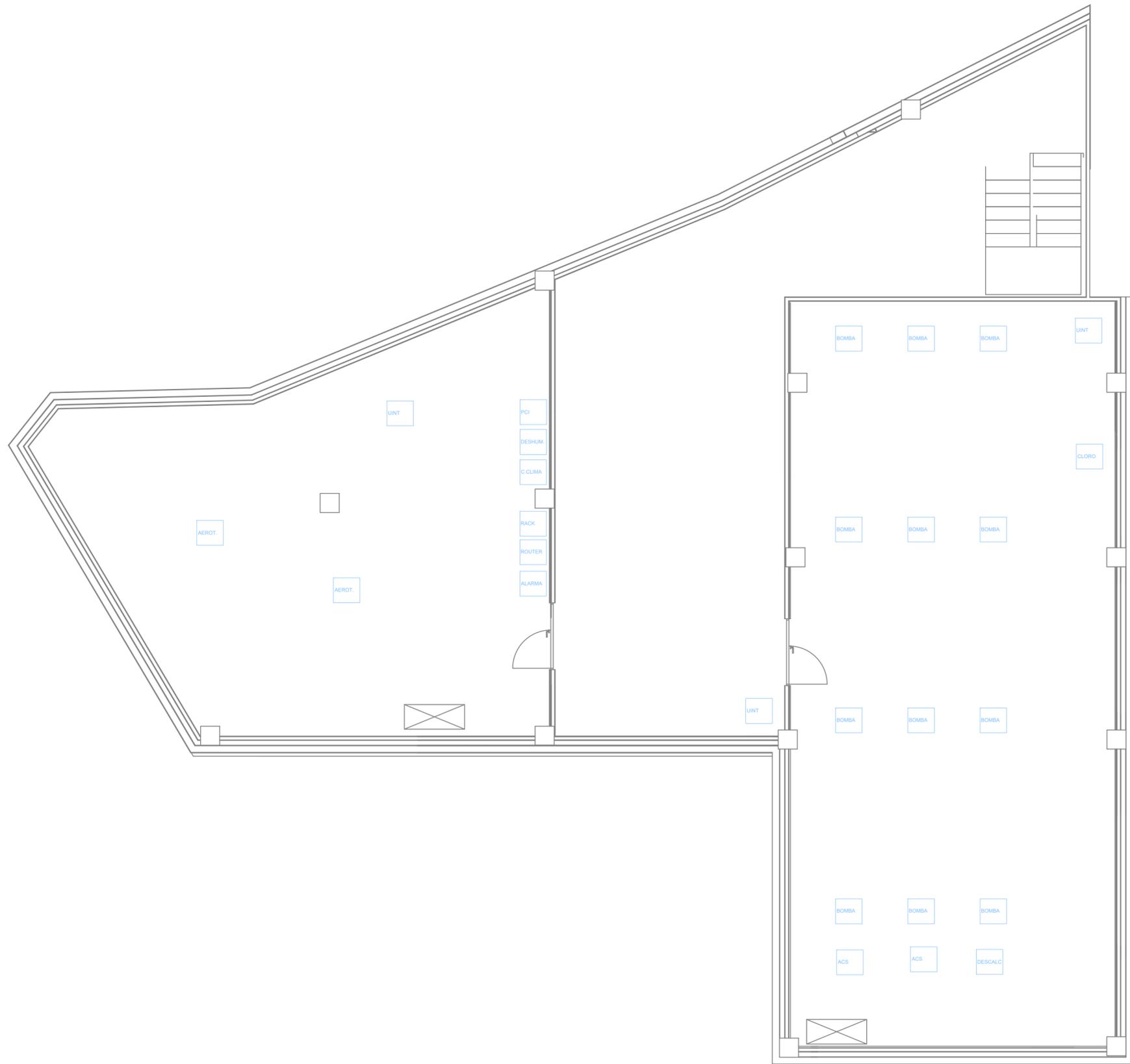
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA **ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA**

Eduardo Simó Viñes
Autor proyecto

Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN POLIDEPORTIVO**

Fecha: **Abril de 2023** Escala: **1:10**

Plano: **INSTALACIÓN FUERZA PLANTA PRIMERA** N° Plano: **02**



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALÈNCIA

Eduardo Simó Viñes
Autor proyecto

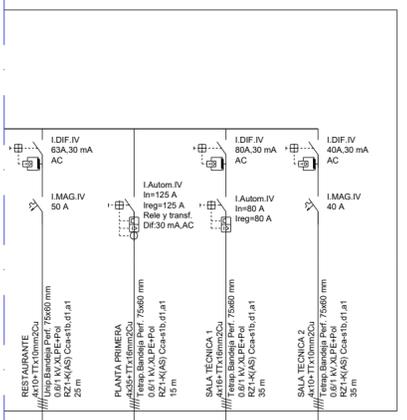
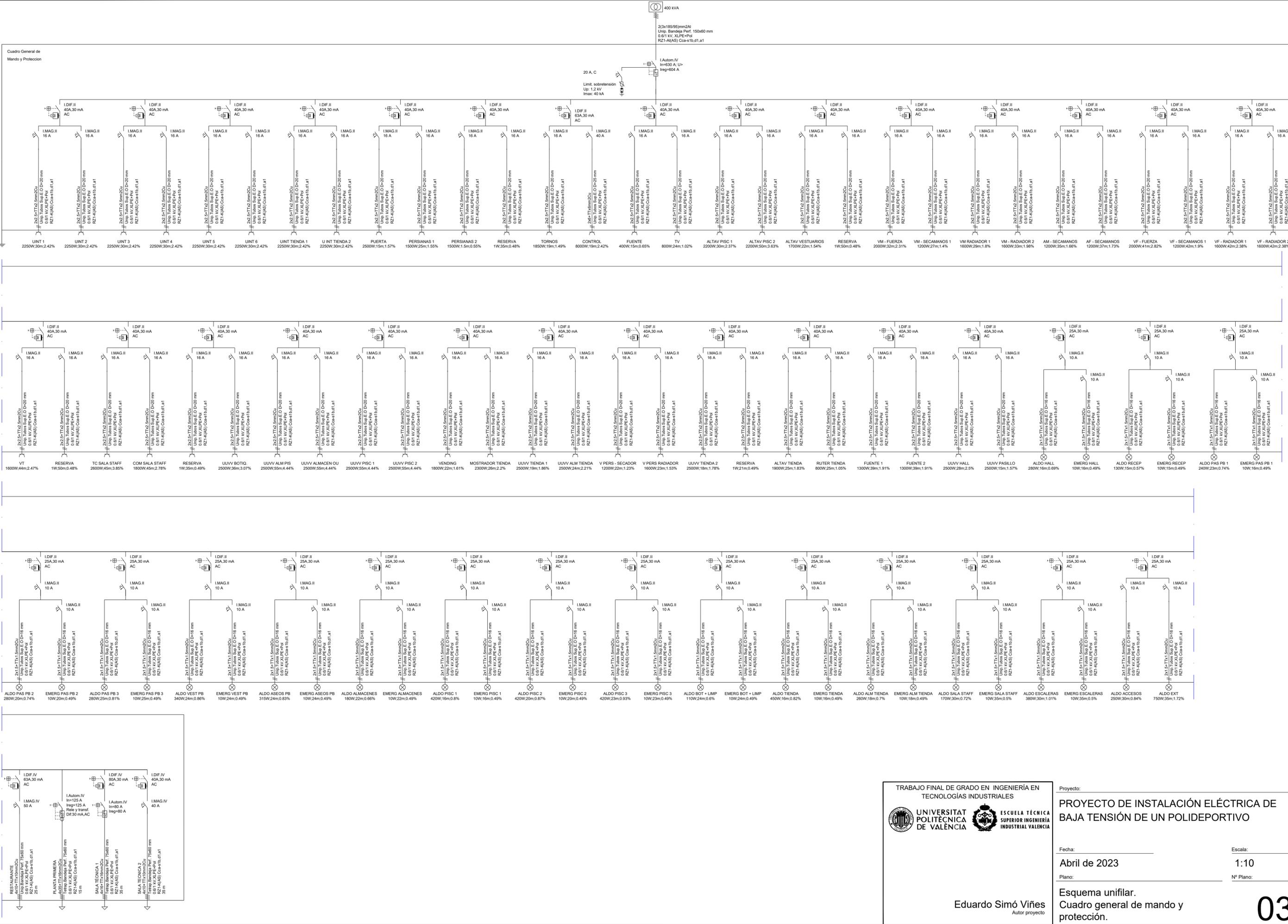
Proyecto:
**PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE
BAJA TENSIÓN DE UN POLIDEPORTIVO**

Fecha:
Abril de 2023

Escala:
1:10

Plano:
Nº Plano:

**INSTALACIÓN FUERZA
PLANTA SOTANO**



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto:
PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN POLIDEPORTIVO

Fecha: **Abril de 2023**

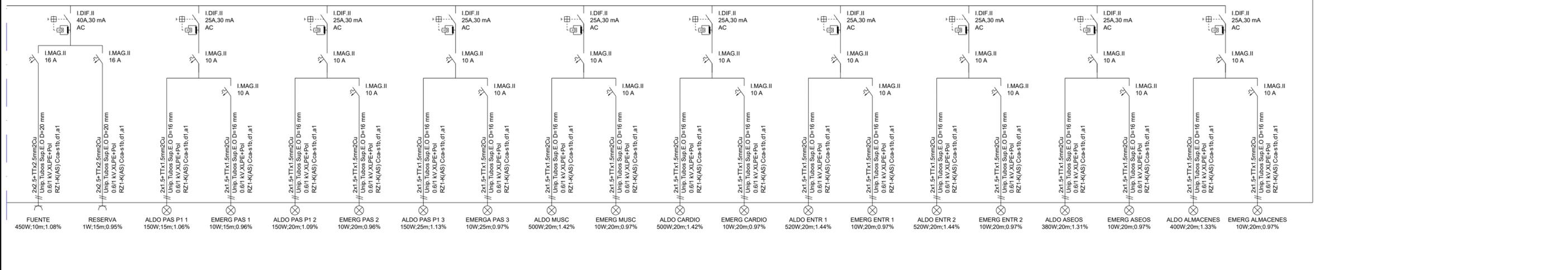
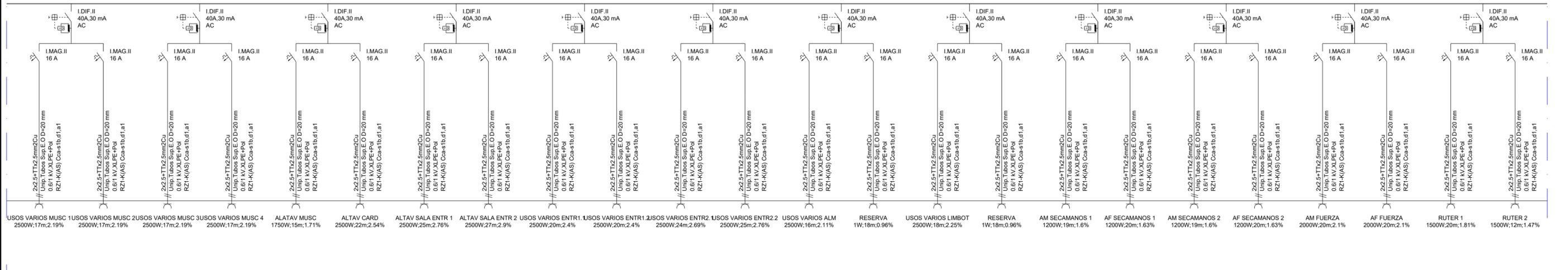
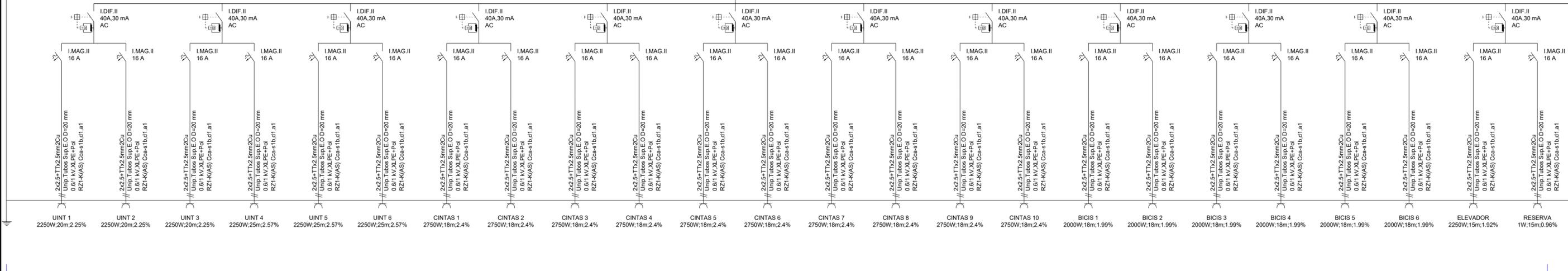
Escala: **1:10**

Plano: **Nº Plano:**

Eduardo Simó Viñes
Autor proyecto

Esquema unifilar. Cuadro general de mando y protección.

03



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL VALÈNCIA

Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN POLIDEPORTIVO**

Fecha: **Abril de 2023**

Escala: **1:10**

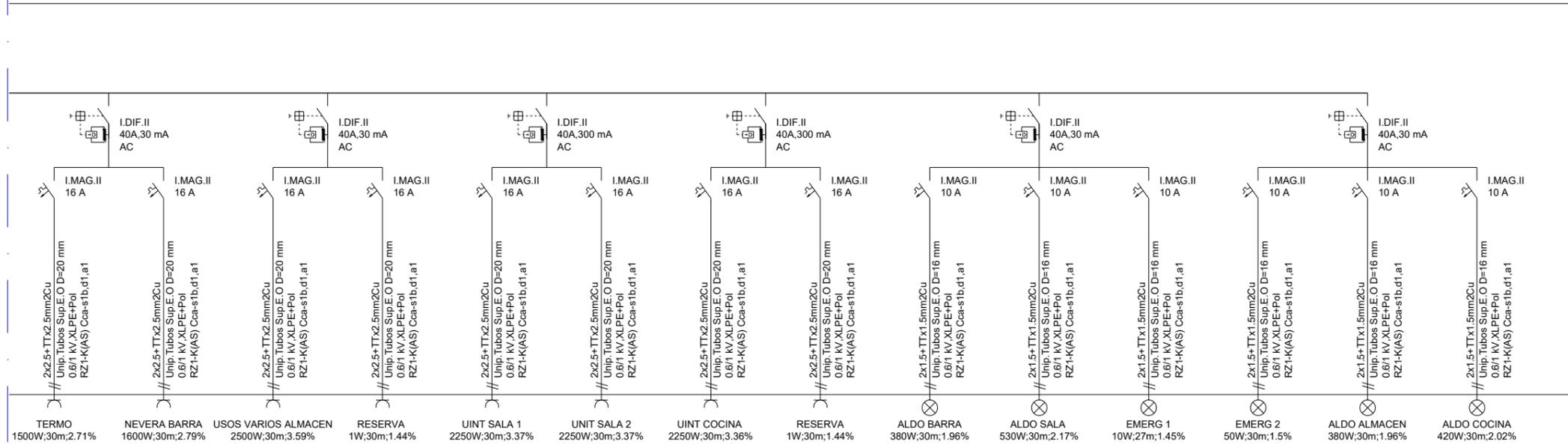
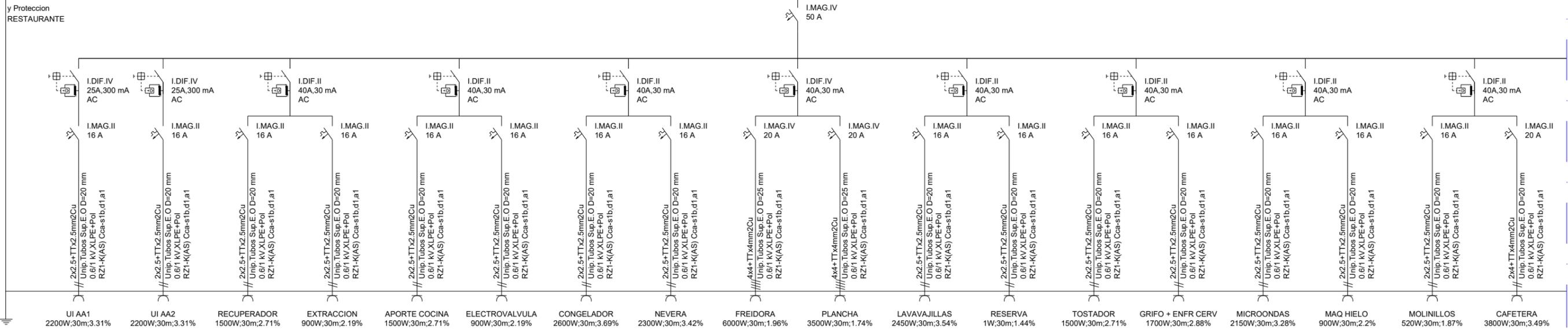
Plano: **Nº Plano:**

Esquema unifilar.
Cuadro general de protección.
Primera planta.

Eduardo Simó Viñes
Autor proyecto

03

Cuadro de Mando y Protección RESTAURANTE



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Eduardo Simó Viñes
Autor proyecto

Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UN POLIDEPORTIVO**

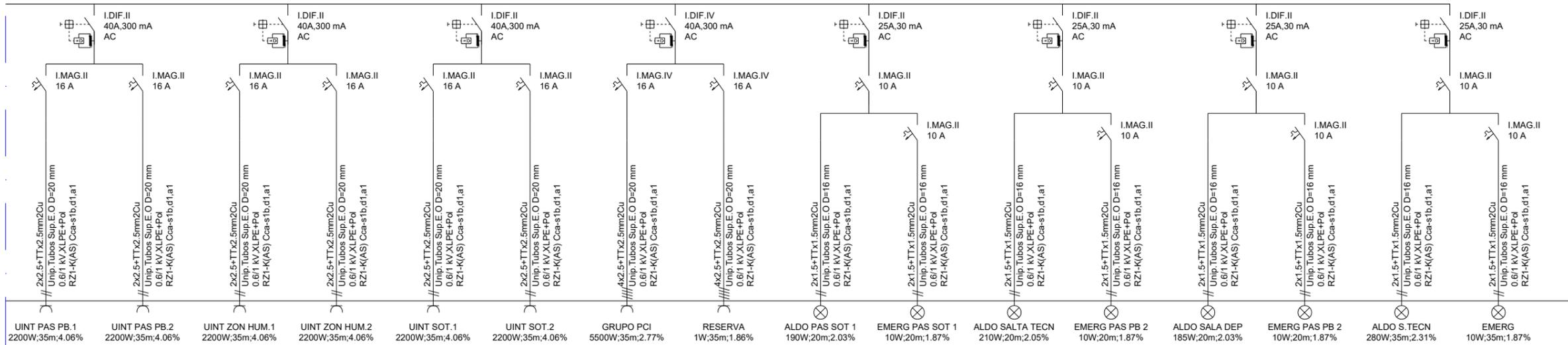
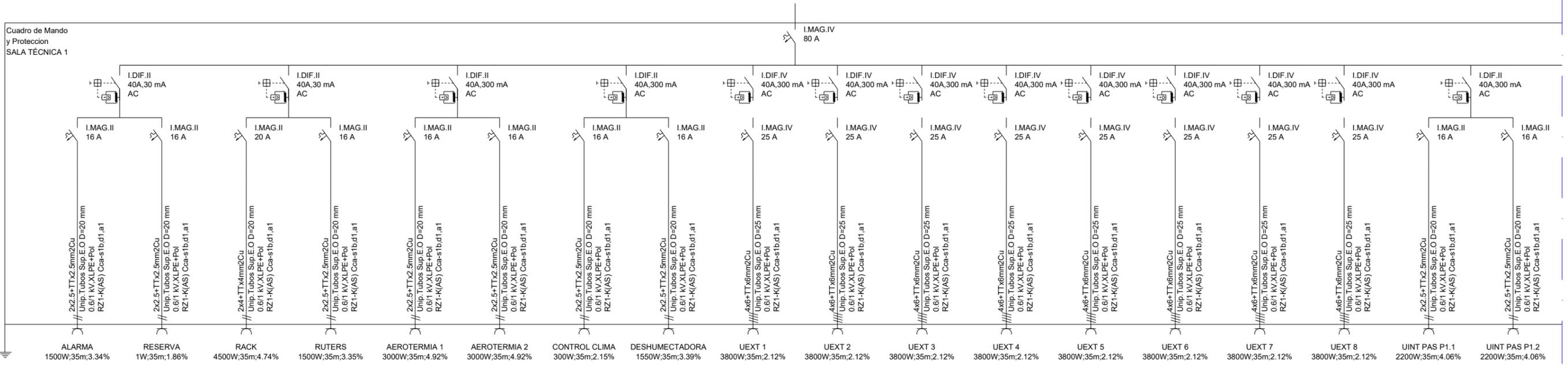
Fecha: **Abril de 2023**

Plano: **Esquema unifilar. Cuadro general de protección Restaurante.**

Escala: **1:10**

Nº Plano: **03**

Cuadro de Mando y Protección
SALA TÉCNICA 1



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALÈNCIA

Proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE
BAJA TENSIÓN DE UN POLIDEPORTIVO

Fecha:

Abril de 2023

Escala:

1:10

Plano:

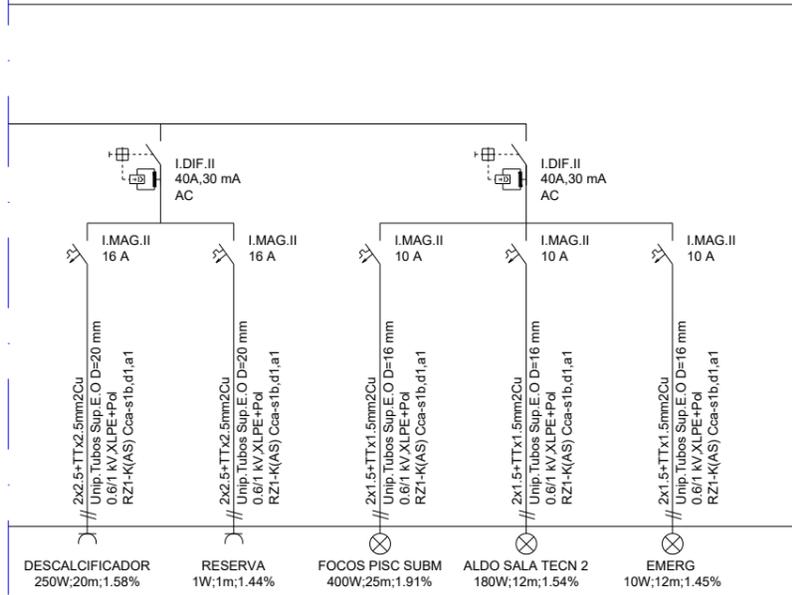
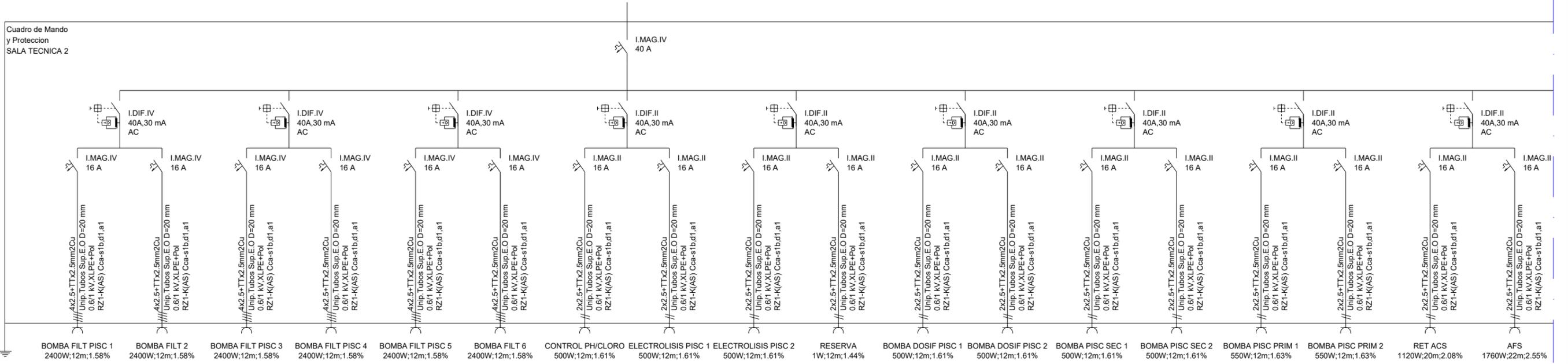
Nº Plano:

Eduardo Simó Viñes
Autor proyecto

Esquema unifilar.
Cuadro general de protección
Sala técnica 1.

03

Cuadro de Mando y Protección
SALA TECNICA 2



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALÈNCIA

Proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE
BAJA TENSIÓN DE UN POLIDEPORTIVO

Fecha:

Abril de 2023

Escala:

1:10

Plano:

Nº Plano:

Eduardo Simó Viñes
Autor proyecto

Esquema unifilar.
Cuadro general de protección
Sala técnica 2.

03

1 ANEXO:

CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

Estudio Luminotécnico para Recinto deportivo

Local: Planta Baja

Fecha: 17.05.2023
Proyecto elaborado por: Eduardo Simó Viñes



Universidad Politécnica de Valencia
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Valencia - Campus de Vera

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono -
Fax -
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Índice

Estudio Luminotécnico para Recinto deportivo

Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
Local 1 - Planta Baja	
Luminarias (ubicación)	5
Escenas de luz	
Alumbrado	
Resumen	7
Rendering (procesado) en 3D	8
Emergencias	
Resumen	9
Puntos de cálculo (sumario de resultados)	10
Vías de evacuación (sumario de resultados)	11
Rendering (procesado) en 3D	12

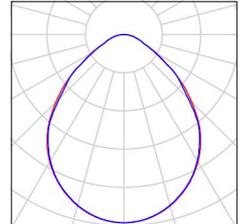


Universidad Politécnica de Valencia
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Valencia - Campus de Vera

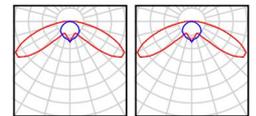
Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono -
Fax -
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Estudio Luminotécnico para Recinto deportivo / Lista de luminarias

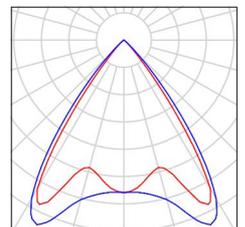
17 Pieza 3FFILIPPI 21887 L 650 42W/840 DALI EP VSS
596x596
N° de artículo: 21887
Flujo luminoso (Luminaria): 4958 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4958 lm
Potencia de las luminarias: 48.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 89 98 100 100
Lámpara: 1 x LED Q - 840 (Factor de corrección 1.000).



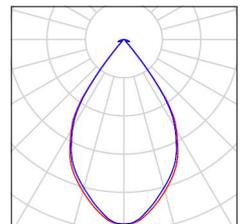
76 Pieza EATON EMERGENCY LIGHTING
FT2SE150ATT13IP FT Escape 150lm AT MNM
Tel, 1-3H, IP (set to 2 h operation)
N° de artículo: FT2SE150ATT13IP
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm
Potencia de las luminarias: 0.0 W
Alumbrado de emergencia: 250 lm, 4.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 98
Código CIE Flux: 19 53 87 98 100
Lámpara: 1 x FT Escape 150lm AT MNM Tel, 1-3H, IP (Factor de corrección 1.000), 1 x FT2SE150ATT13IP_FlexiTech SE (Factor de corrección 1.000).



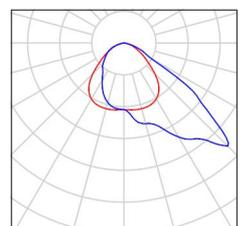
20 Pieza Glamox C80-SR1052 G2 3750 827-865 CCT SM
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 4009 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4009 lm
Potencia de las luminarias: 27.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 94 100 100 100 100
Lámpara: 1 x PIM324401 (Factor de corrección 1.000).



8 Pieza Glamox i81 LED 18000 840 MB
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 18110 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 18110 lm
Potencia de las luminarias: 116.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 94 98 99 100 100
Lámpara: 1 x i81 18 840 (Factor de corrección 1.000).



10 Pieza PHILIPS BVP650 T25 1 xLED100-4S/757 OFA52
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 8900 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 10000 lm
Potencia de las luminarias: 58.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 43 89 99 100 89
Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).



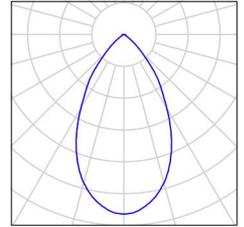


Universidad Politécnica de Valencia
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Valencia - Campus de Vera

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono -
Fax -
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Estudio Luminotécnico para Recinto deportivo / Lista de luminarias

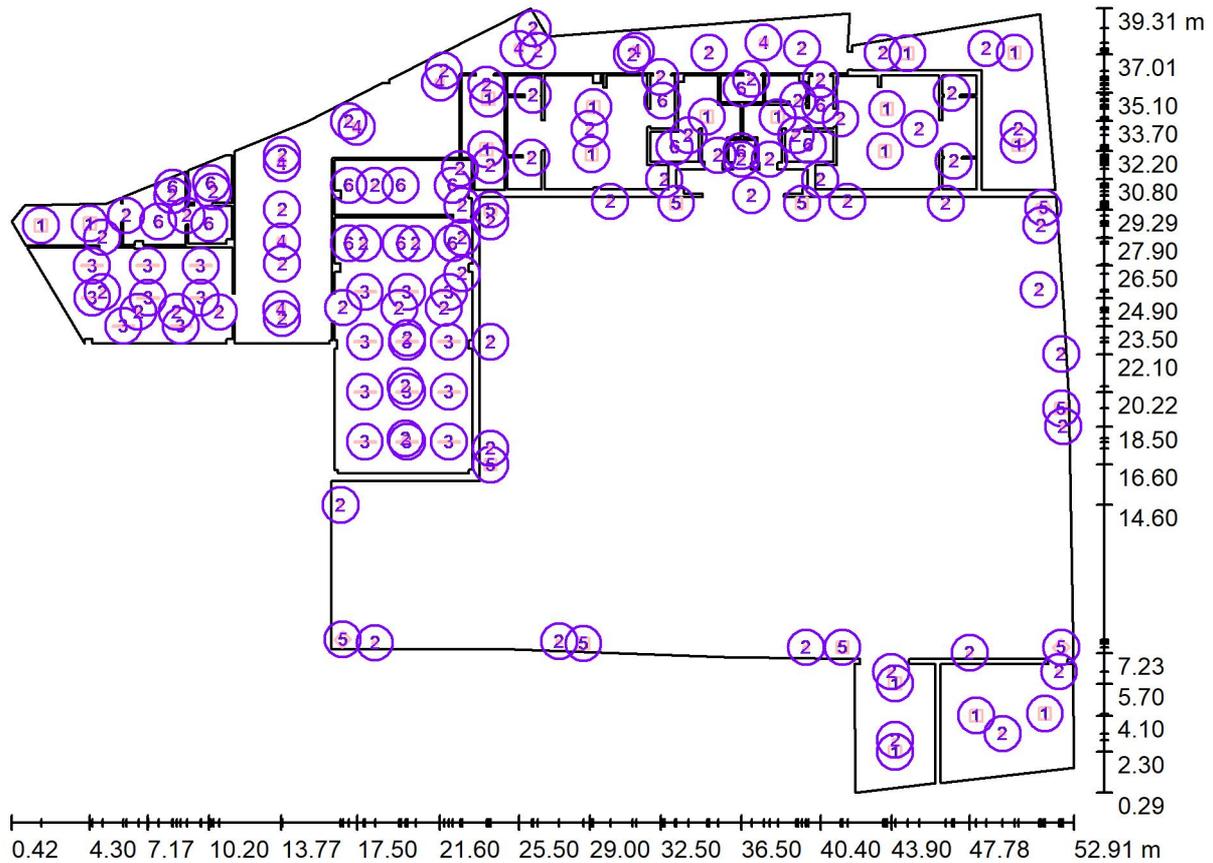
16 Pieza RIO LDL907 24W 5000K CRI90 60D
N° de artículo: LDL907
Flujo luminoso (Luminaria): 2754 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2754 lm
Potencia de las luminarias: 28.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 88 99 100 100 100
Lámpara: 1 x 24W 2835 5000K CRI90 700mA
(Factor de corrección 1.000).



Universidad Politécnica de Valencia
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Valencia - Campus de Vera

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono -
Fax -
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Local 1 - Planta Baja / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 376

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	17	3FFILIPPI 21887 L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596
2	76	EATON_EMERGENCY_LIGHTING FT2SE150ATT13IP FT Escape 150lm AT MNM Tel, 1-3H, IP (set to 2 h operation)
3	20	Glamox C80-SR1052 G2 3750 827-865 CCT SM
4	8	Glamox i81 LED 18000 840 MB



Universidad Politécnica de Valencia
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Valencia - Campus de Vera

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono -
Fax -
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Local 1 - Planta Baja / Luminarias (ubicación)

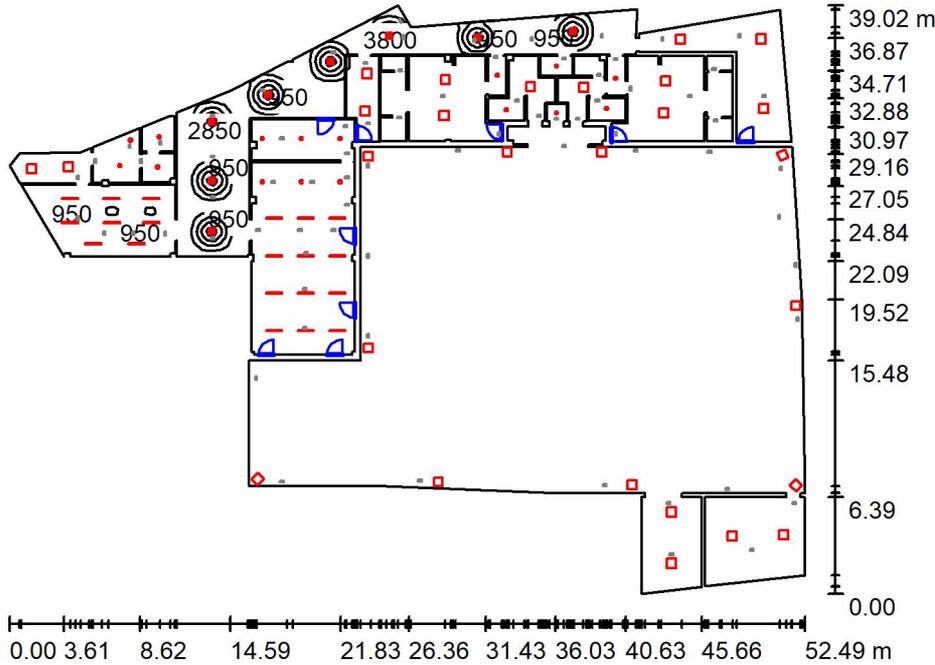
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
5	10	PHILIPS BVP650 T25 1 xLED100-4S/757 OFA52
6	16	RIO LDL907 24W 5000K CRI90 60D

Universidad Politécnica de Valencia
 Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
 Valencia - Campus de Vera

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Local 1 - Planta Baja / Alumbrado / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:502

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	252	4.74	4599	0.019
Suelo	20	228	7.83	2287	0.034
Techo	70	41	5.98	698	0.147
Paredes (348)	50	121	1.39	9833	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	17	3FFILIPPI 21887 L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596 (1.000)	4958	4958	48.0
2	20	Glamox C80-SR1052 G2 3750 827-865 CCT SM (1.000)	4009	4009	27.0
3	8	Glamox i81 LED 18000 840 MB (1.000)	18110	18110	116.0
4	10	PHILIPS BVP650 T25 1 xLED100-4S/757 OFA52 (1.000)	8900	10000	58.0
5	16	RIO LDL907 24W 5000K CRI90 60D (1.000)	2754	2754	28.0
			Total: 442410	Total: 453410	3312.0

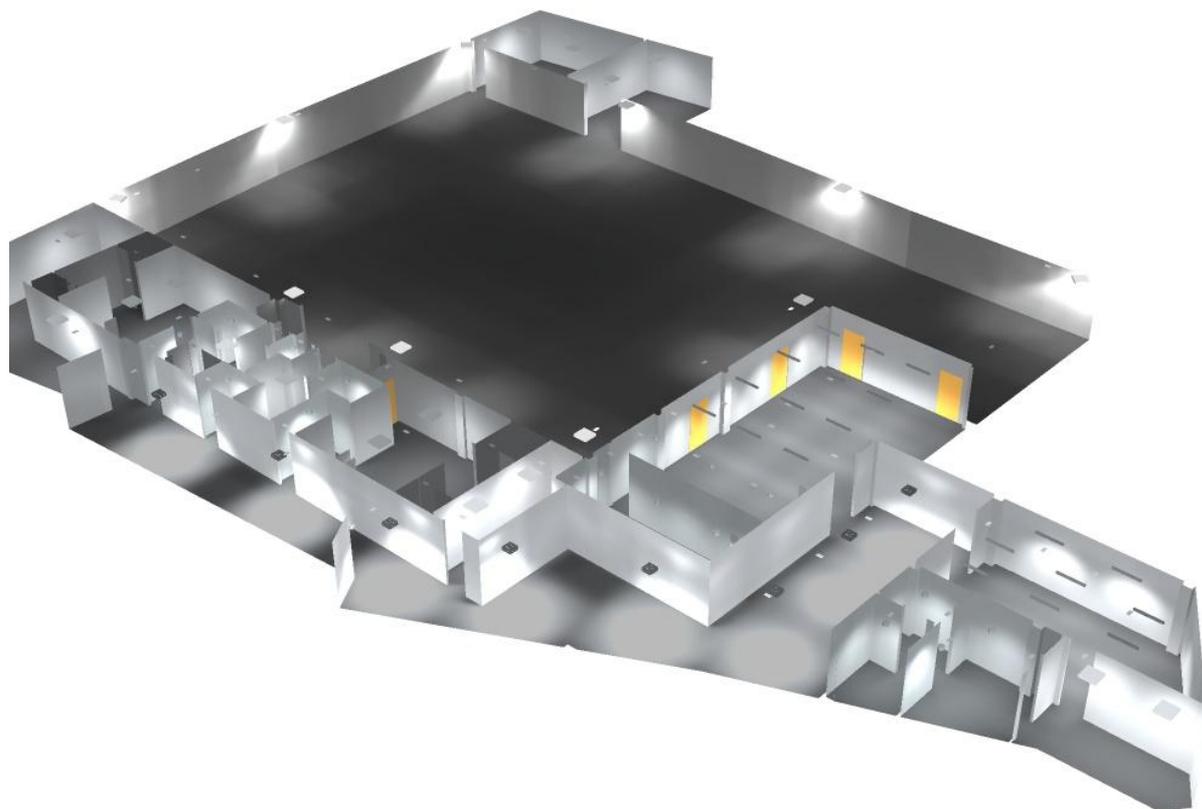
Valor de eficiencia energética: 2.63 W/m² = 1.04 W/m²/100 lx (Base: 1260.27 m²)



Universidad Politécnica de Valencia
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Valencia - Campus de Vera

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono -
Fax -
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Local 1 - Planta Baja / Alumbrado / Rendering (procesado) en 3D



Universidad Politécnica de Valencia
 Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
 Valencia - Campus de Vera

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Local 1 - Planta Baja / Emergencias / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:502

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	3.55	0.00	18	0.001
Suelo	20	2.74	0.00	12	0.001
Techo	70	0.18	0.00	128	0.002
Paredes (348)	50	4.43	0.00	846	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):

Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	76	EATON_EMERGENCY_LIGHTING FT2SE150ATT13IP FT Escape 150lm AT MNM Tel, 1-3H, IP (set to 2 h operation) (1.000)	175	175	4.0
Total:			13300	13300	304.0

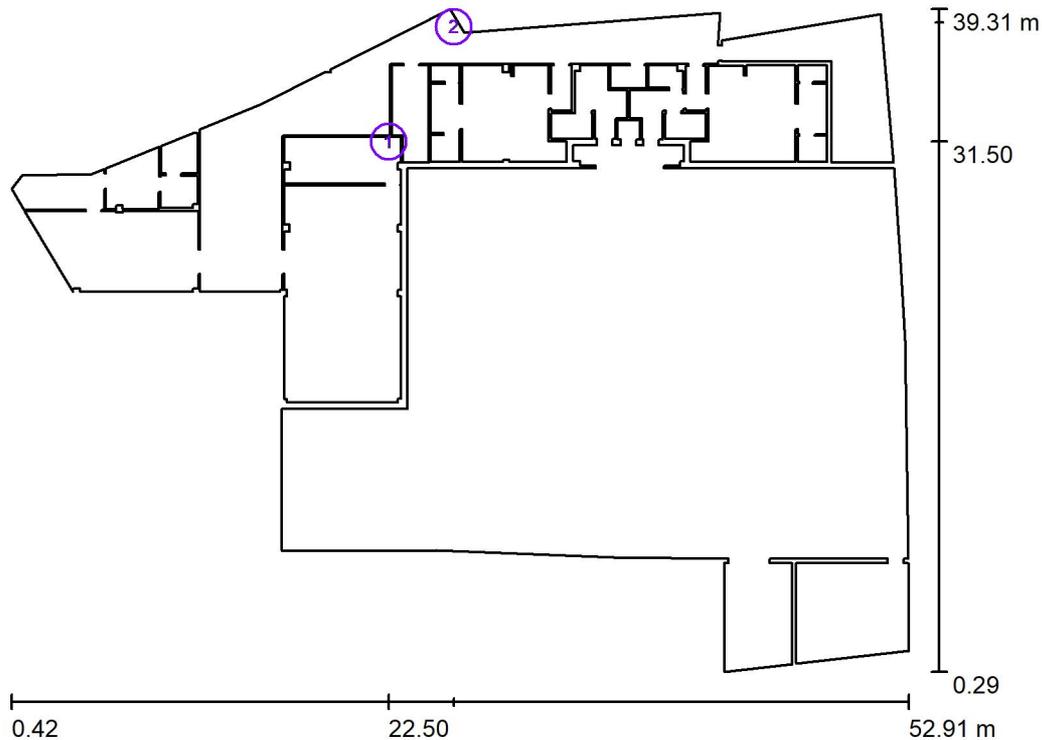
Valor de eficiencia energética: $0.24 \text{ W/m}^2 = 6.79 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1260.27 m^2)



Universidad Politécnica de Valencia
 Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
 Valencia - Campus de Vera

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Local 1 - Planta Baja / Emergencias / Puntos de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 445

Listado de puntos de cálculo

N°	Designación	Tipo	Posición [m]			Rotación [°]			Valor [lx]
			X	Y	Z	X	Y	Z	
1	Punto de cálculo horizontal 1	horizontal, plan	22.500	31.500	0.850	0.0	0.0	0.0	11
2	Punto de cálculo horizontal 2	horizontal, plan	26.300	38.500	0.850	0.0	0.0	0.0	7.13

Resumen de los resultados

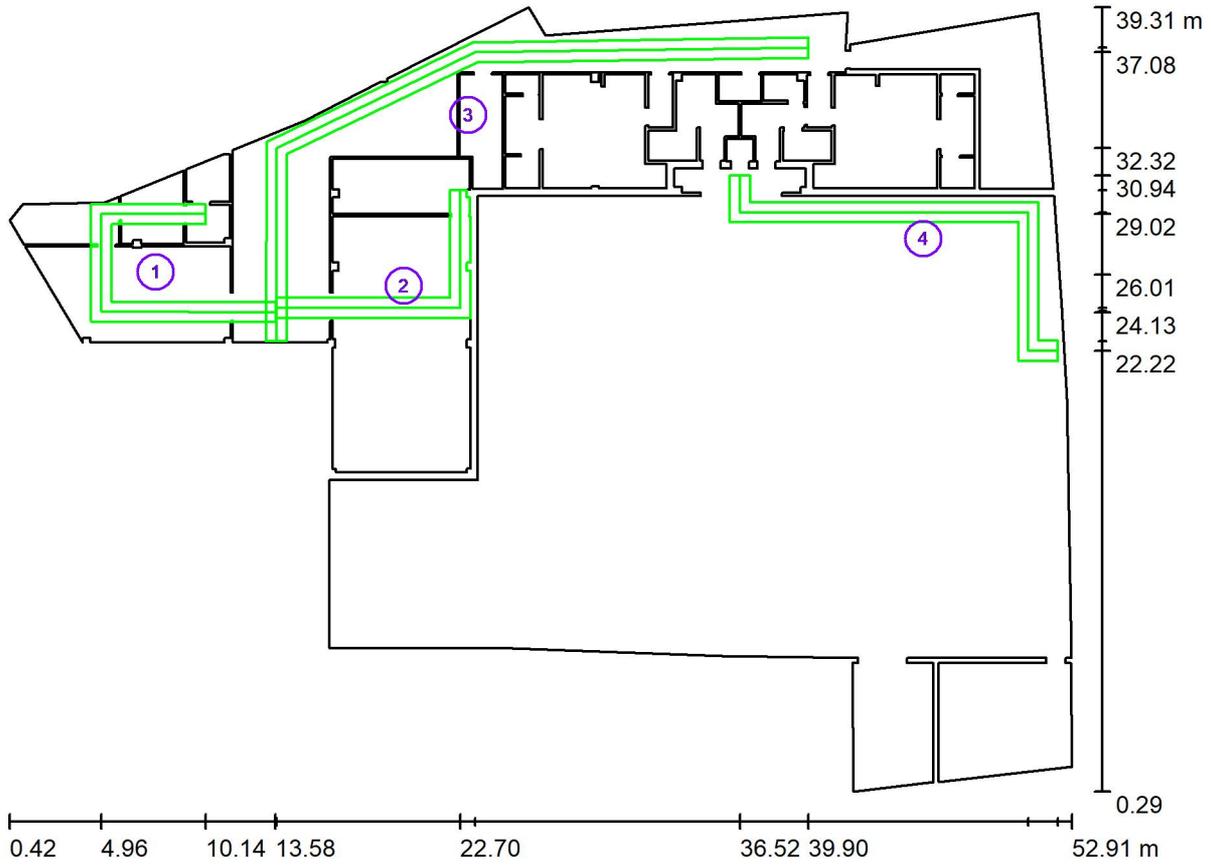
Tipos de punto de cálculo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
Horizontal, plan	2	8.95	7.13	11	0.80	0.66



Universidad Politécnica de Valencia
 Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
 Valencia - Campus de Vera

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Local 1 - Planta Baja / Emergencias / Vías de evacuación (sumario de resultados)



Escala 1 : 376

Lista de vías de evacuación

N°	Designación	Trama	E_{min} [lx]	E_{min} / E_{max}	E_{min} [lx] (Línea media)	E_{min} / E_{max} (Línea media)
1	Vía de evacuación 1	128 x 128	2.97	0.336	3.84	0.43 (1 : 2.31)
2	Vía de evacuación 2	128 x 128	0.00	0.000	0.00	/ (1 : /)
3	Vía de evacuación 4	128 x 128	1.91	0.211	2.11	0.23 (1 : 4.29)
4	Vía de evacuación 6	128 x 128	1.78	0.277	1.78	0.32 (1 : 3.16)

Resumen de los resultados:

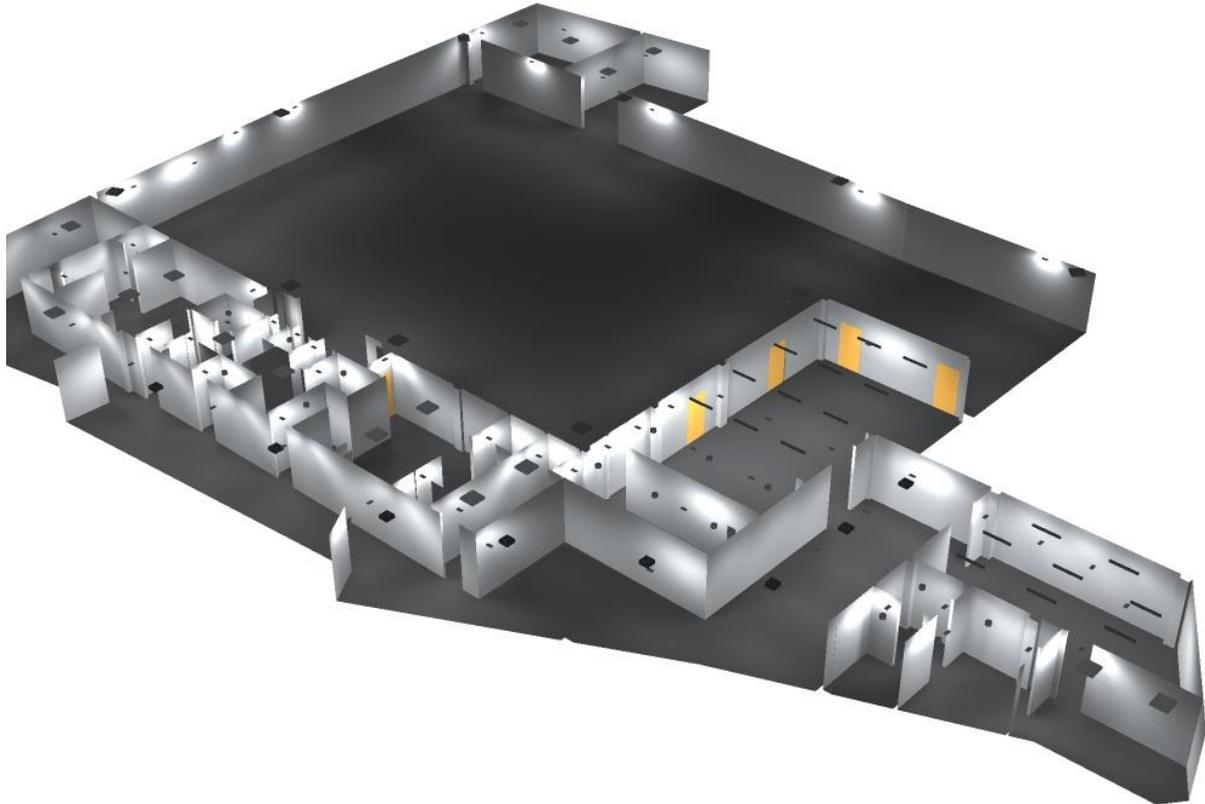
E_{min} : 0.00 lx, E_{min} / E_{max} : 0.00, E_{min} (Línea media): 0.00 lx, E_{min} / E_{max} (Línea media): 0.00 (1 : /)



Universidad Politécnica de Valencia
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Valencia - Campus de Vera

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono -
Fax -
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Local 1 - Planta Baja / Emergencias / Rendering (procesado) en 3D



ESTUDIO LUMINOTECNICO PARA RECINTO DEPORTIVO

Local: Planta Primera

Fecha: 17.05.2023
Proyecto elaborado por: Eduardo Simó Viñes

UPV
ETSII
CAMPUS DE VERA

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono
Fax
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Índice

ESTUDIO LUMINOTECNICO PARA RECINTO DEPORTIVO

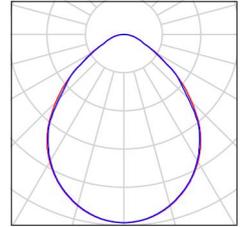
Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
Local 1	
Luminarias (ubicación)	4
Escenas de luz	
ALUMBRADO	
Resumen	5
Rendering (procesado) en 3D	6
EMERGENCIAS	
Resumen	7
Puntos de cálculo (sumario de resultados)	8
Vías de evacuación (sumario de resultados)	9
Rendering (procesado) en 3D	10

UPV
ETSII
CAMPUS DE VERA

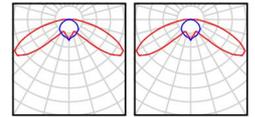
Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono
Fax
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

ESTUDIO LUMINOTECNICO PARA RECINTO DEPORTIVO / Lista de luminarias

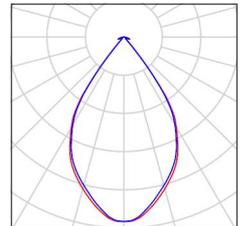
33 Pieza 3FFILIPPI 21887 L 650 42W/840 DALI EP VSS
596x596
N° de artículo: 21887
Flujo luminoso (Luminaria): 4958 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4958 lm
Potencia de las luminarias: 48.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 89 98 100 100
Lámpara: 1 x LED Q - 840 (Factor de corrección 1.000).



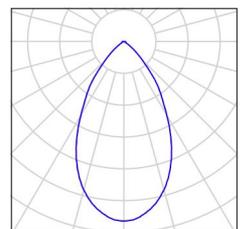
36 Pieza EATON_EMERGENCY_LIGHTING
FT2SE150ATT13IP FT Escape 150lm AT MNM
Tel, 1-3H, IP (set to 2 h operation)
N° de artículo: FT2SE150ATT13IP
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm
Potencia de las luminarias: 0.0 W
Alumbrado de emergencia: 250 lm, 4.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 98
Código CIE Flux: 19 53 87 98 100
Lámpara: 1 x FT Escape 150lm AT MNM Tel, 1-3H, IP (Factor de corrección 1.000), 1 x FT2SE150ATT13IP_FlexiTech SE (Factor de corrección 1.000).



9 Pieza Glamox i81 LED 18000 840 MB
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 18110 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 18110 lm
Potencia de las luminarias: 116.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 94 98 99 100 100
Lámpara: 1 x i81 18 840 (Factor de corrección 1.000).



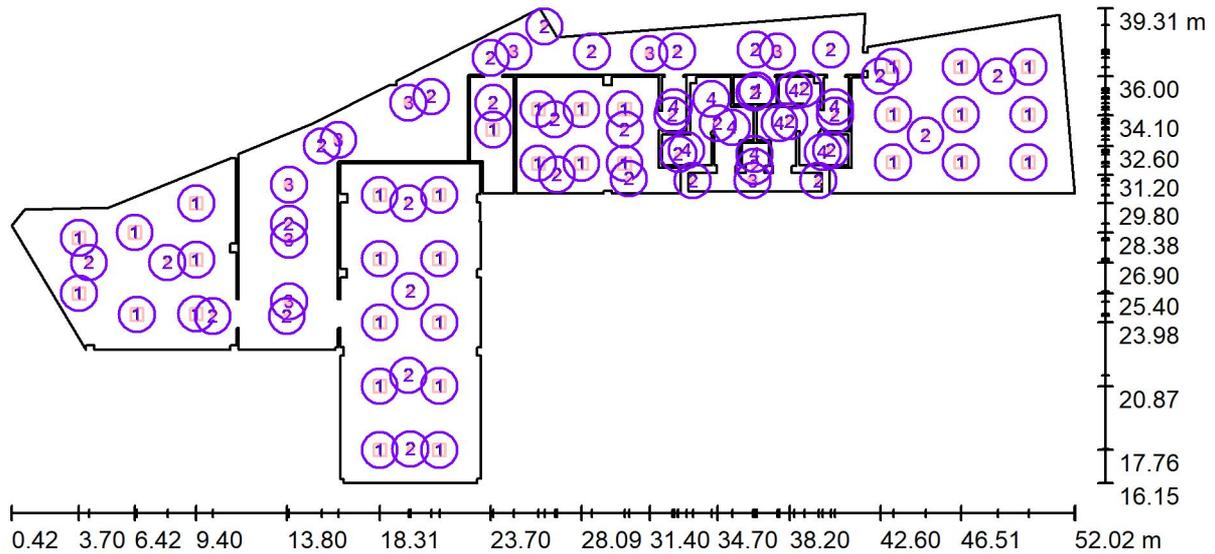
10 Pieza RIO LDL907 24W 5000K CRI90 60D
N° de artículo: LDL907
Flujo luminoso (Luminaria): 2754 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2754 lm
Potencia de las luminarias: 28.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 88 99 100 100 100
Lámpara: 1 x 24W 2835 5000K CRI90 700mA (Factor de corrección 1.000).



UPV
ETSII
CAMPUS DE VERA

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono
Fax
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 369

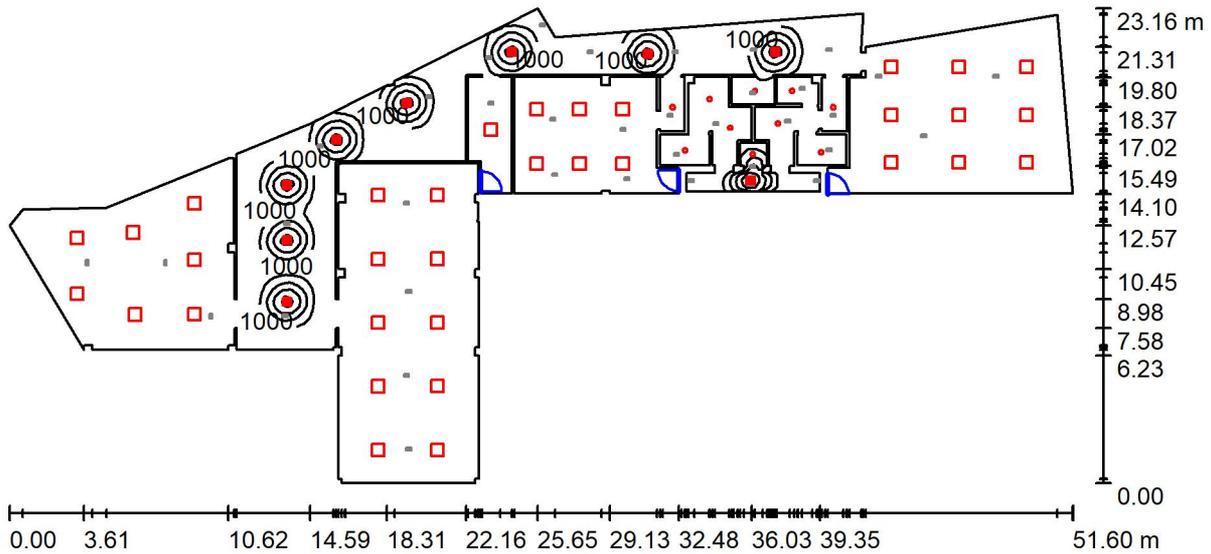
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	33	3FFILIPPI 21887 L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596
2	36	EATON_EMERGENCY_LIGHTING FT2SE150ATT13IP FT Escape 150lm AT MNM Tel, 1-3H, IP (set to 2 h operation)
3	9	Glamox i81 LED 18000 840 MB
4	10	RIO LDL907 24W 5000K CRI90 60D

UPV
ETSII
CAMPUS DE VERA

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono
Fax
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Local 1 / ALUMBRADO / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:369

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	560	22	4856	0.039
Suelo	20	506	29	2493	0.057
Techo	70	80	26	298	0.330
Paredes (212)	50	155	31	3662	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	33	3FFILIPPI 21887 L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596 (1.000)	4958	4958	48.0
2	9	Glamox i81 LED 18000 840 MB (1.000)	18110	18110	116.0
3	10	RIO LDL907 24W 5000K CRI90 60D (1.000)	2754	2754	28.0
Total:			354144	354144	2908.0

Valor de eficiencia energética: $6.07 \text{ W/m}^2 = 1.08 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 479.12 m²)

UPV
ETSII
CAMPUS DE VERA

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono
Fax
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

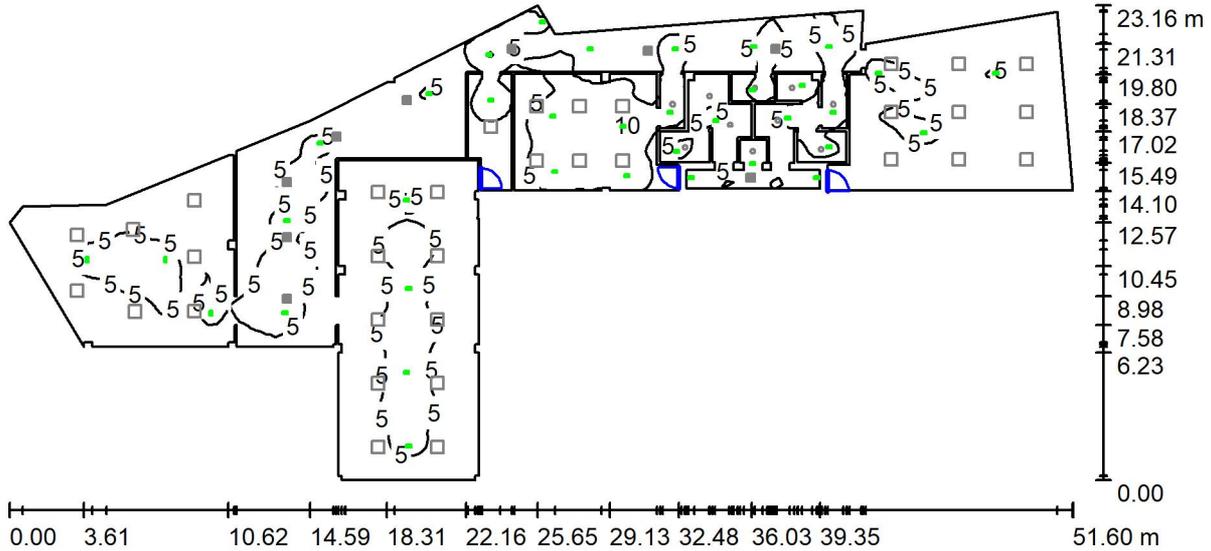
Local 1 / ALUMBRADO / Rendering (procesado) en 3D



UPV
ETSII
CAMPUS DE VERA

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono
Fax
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Local 1 / EMERGENCIAS / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:369

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	3.93	0.00	11	0.001
Suelo	20	2.84	0.01	6.54	0.002
Techo	70	0.18	0.00	22	0.002
Paredes (212)	50	3.94	0.00	546	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):

Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

Lista de piezas - Luminarias

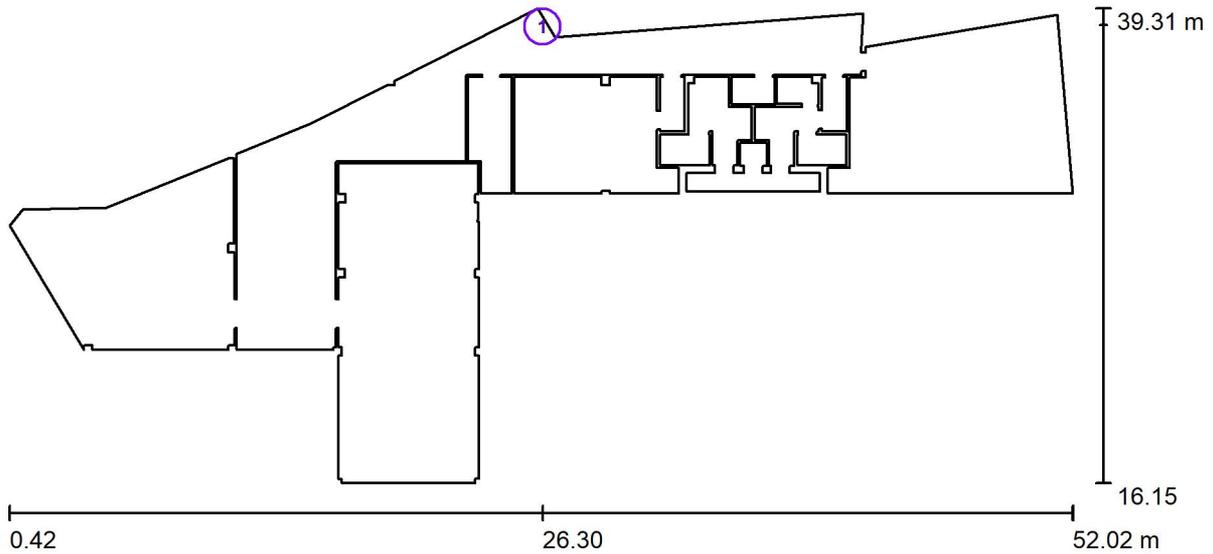
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	36	EATON_EMERGENCY_LIGHTING FT2SE150ATT13IP FT Escape 150lm AT MNM Tel, 1-3H, IP (set to 2 h operation) (1.000)	175	175	4.0
Total:			6300	Total: 6300	144.0

Valor de eficiencia energética: 0.30 W/m² = 7.64 W/m²/100 lx (Base: 479.12 m²)

UPV
ETSII
CAMPUS DE VERA

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono
Fax
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Local 1 / EMERGENCIAS / Puntos de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 369

Listado de puntos de cálculo

N°	Designación	Tipo	Posición [m]			Rotación [°]			Valor [lx]
			X	Y	Z	X	Y	Z	
1	Punto de cálculo horizontal 2	horizontal, plan	26.300	38.500	0.850	0.0	0.0	0.0	6.42

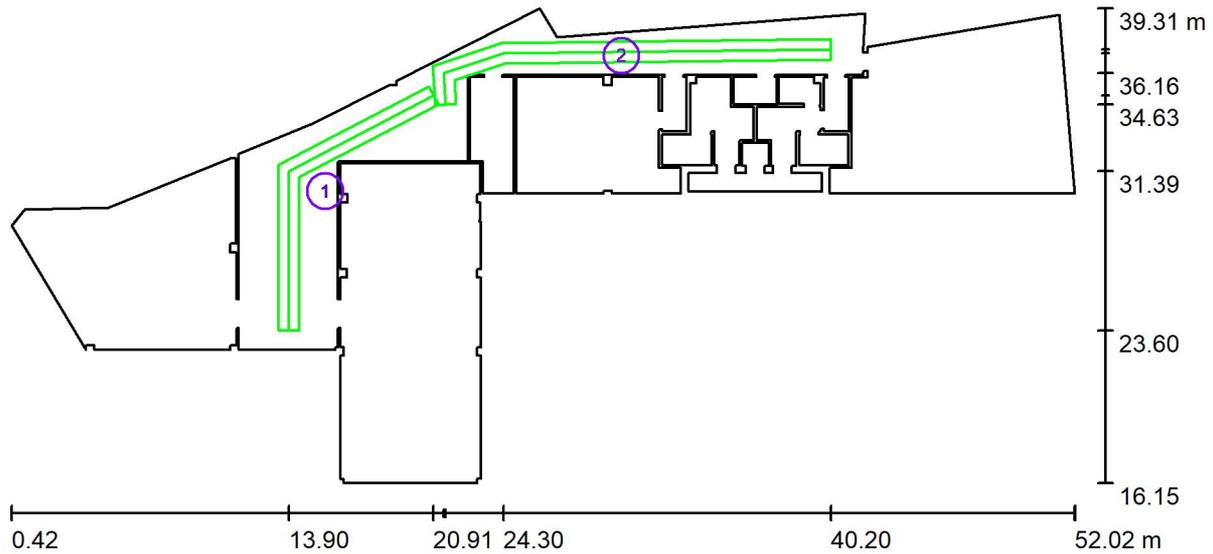
Resumen de los resultados

Tipos de punto de cálculo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
Horizontal, plan	1	6.42	6.42	6.42	1.00	1.00

UPV
ETSII
CAMPUS DE VERA

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono
Fax
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Local 1 / EMERGENCIAS / Vías de evacuación (sumario de resultados)



Escala 1 : 369

Lista de vías de evacuación

Nº	Designación	Trama	E_{\min} [lx]	E_{\min} / E_{\max}	E_{\min} [lx] (Línea media)	E_{\min} / E_{\max} (Línea media)
1	Vía de evacuación 1	64 x 32	1.48	0.256	1.53	0.27 (1 : 3.67)
2	Vía de evacuación 2	128 x 32	1.84	0.330	2.12	0.38 (1 : 2.62)

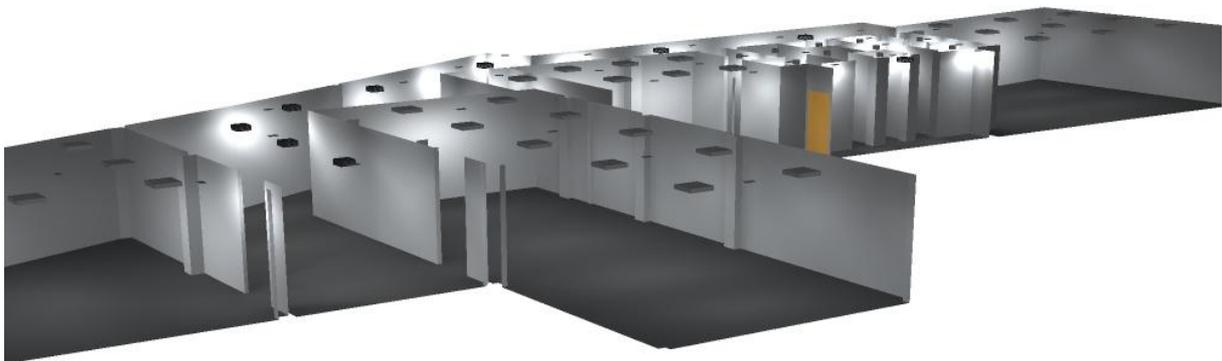
Resumen de los resultados:

E_{\min} : 1.48 lx, E_{\min} / E_{\max} : 0.26, E_{\min} (Línea media): 1.53 lx, E_{\min} / E_{\max} (Línea media): 0.27 (1 : 3.67)

UPV
ETSII
CAMPUS DE VERA

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono
Fax
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Local 1 / EMERGENCIAS / Rendering (procesado) en 3D



ESTUDIO LUMINOTÉCICO PARA RECINTO DEPORTIVO

Local:

Fecha: 17.05.2023
Proyecto elaborado por: Eduardo Simó Viñes

UPV
ETSIIProyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono -
Fax -
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

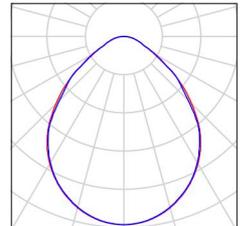
Índice

ESTUDIO LUMINOTÉCICO PARA RECINTO DEPORTIVO

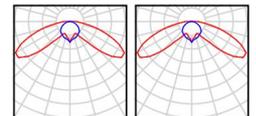
Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
Local 1	
Escenas de luz	
ALUMBRADO	
Resumen	4
Rendering (procesado) en 3D	5
EMERGENCIAS	
Resumen	6
Puntos de cálculo (sumario de resultados)	7
Vías de evacuación (sumario de resultados)	8
Rendering (procesado) en 3D	9

UPV
ETSIIProyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono -
Fax -
e-Mail esimvie@etsii.upv.es**ESTUDIO LUMINOTÉCICO PARA RECINTO DEPORTIVO / Lista de luminarias**

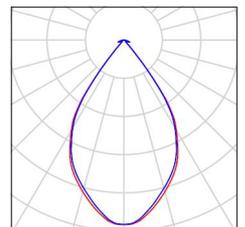
14 Pieza 3FFILIPPI 21887 L 650 42W/840 DALI EP VSS
596x596
N° de artículo: 21887
Flujo luminoso (Luminaria): 4958 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4958 lm
Potencia de las luminarias: 48.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 89 98 100 100
Lámpara: 1 x LED Q - 840 (Factor de corrección 1.000).



13 Pieza EATON_EMERGENCY_LIGHTING
FT2SE150ATT13IP FT Escape 150lm AT MNM
Tel, 1-3H, IP (set to 2 h operation)
N° de artículo: FT2SE150ATT13IP
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm
Potencia de las luminarias: 0.0 W
Alumbrado de emergencia: 250 lm, 4.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 98
Código CIE Flux: 19 53 87 98 100
Lámpara: 1 x FT Escape 150lm AT MNM Tel, 1-3H, IP (Factor de corrección 1.000), 1 x FT2SE150ATT13IP_FlexiTech SE (Factor de corrección 1.000).



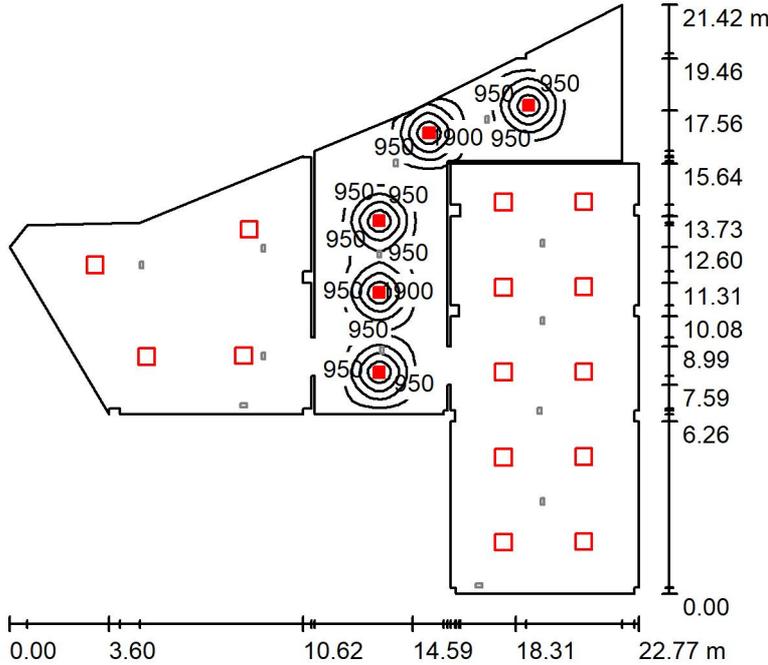
5 Pieza Glamox i81 LED 18000 840 MB
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 18110 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 18110 lm
Potencia de las luminarias: 116.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 94 98 99 100 100
Lámpara: 1 x i81 18 840 (Factor de corrección 1.000).



UPV
ETSII

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono -
Fax -
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Local 1 / ALUMBRADO / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:275

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	519	30	4718	0.058
Suelo	20	486	34	2330	0.070
Techo	70	75	28	176	0.377
Paredes (69)	50	121	31	1397	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	14	3FFILIPPI 21887 L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596 (1.000)	4958	4958	48.0
2	5	Glamox i81 LED 18000 840 MB (1.000)	18110	18110	116.0
			Total: 159962	Total: 159962	1252.0

Valor de eficiencia energética: $4.91 \text{ W/m}^2 = 0.95 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 254.87 m^2)

UPV
ETSII

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono -
Fax -
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

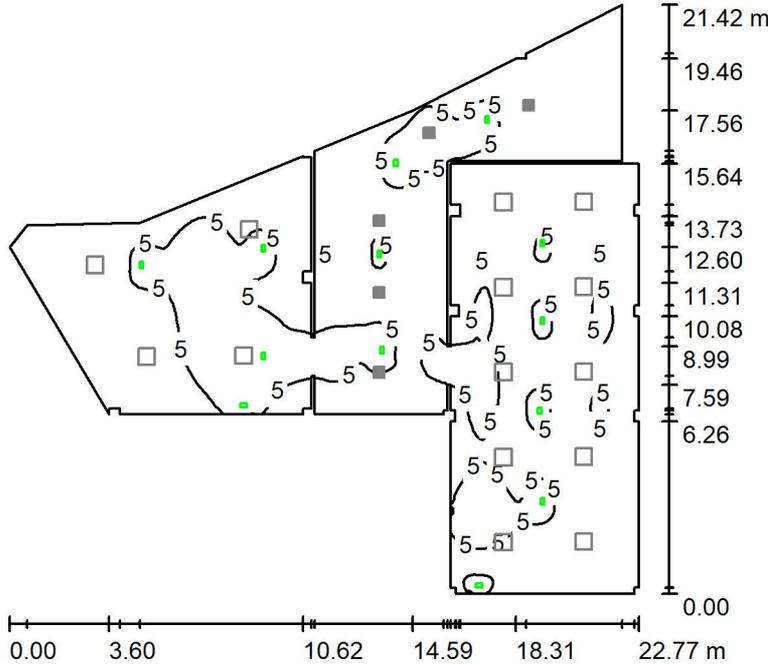
Local 1 / ALUMBRADO / Rendering (procesado) en 3D



UPV
ETSII

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono -
Fax -
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Local 1 / EMERGENCIAS / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:275

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	3.92	0.18	10	0.047
Suelo	20	2.88	0.20	6.24	0.070
Techo	70	0.17	0.00	277	0.003
Paredes (69)	50	2.95	0.00	418	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

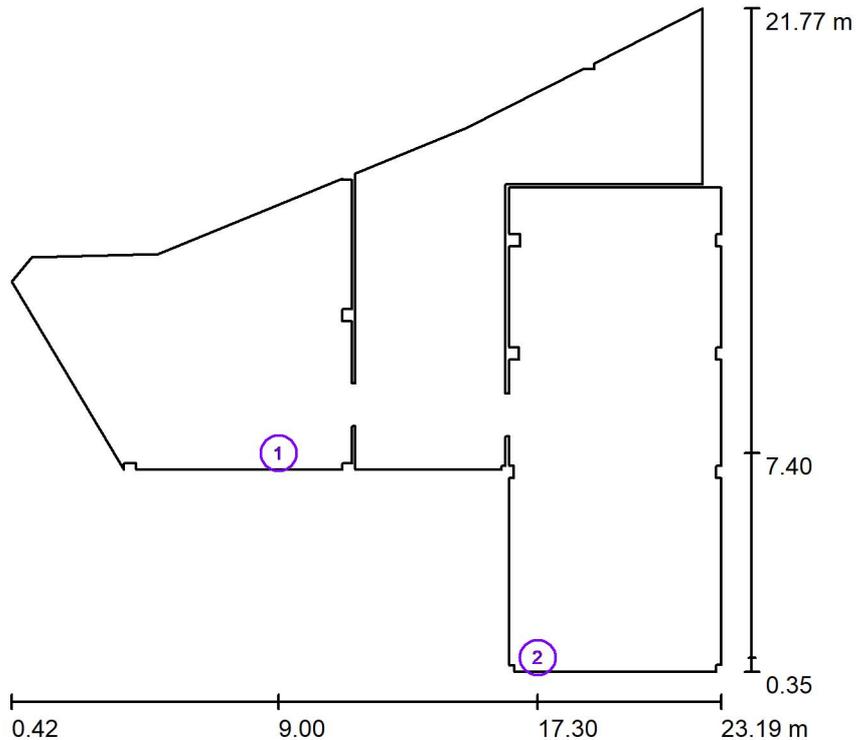
Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):

Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	13	EATON_EMERGENCY_LIGHTING FT2SE150ATT13IP FT Escape 150lm AT MNM Tel, 1-3H, IP (set to 2 h operation) (1.000)	175	175	4.0
			Total: 2275	Total: 2275	52.0

Valor de eficiencia energética: $0.20 \text{ W/m}^2 = 5.20 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 254.87 m^2)

UPV
ETSIIProyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono -
Fax -
e-Mail esimvie@etsii.upv.es**Local 1 / EMERGENCIAS / Puntos de cálculo (sumario de resultados)**

Escala 1 : 244

Listado de puntos de cálculo

N°	Designación	Tipo	Posición [m]			Rotación [°]			Valor [lx]
			X	Y	Z	X	Y	Z	
1	Punto de cálculo horizontal 1	horizontal, plan	9.000	7.400	0.850	0.0	0.0	0.0	6.57
2	Punto de cálculo horizontal 2	horizontal, plan	17.300	0.800	0.850	0.0	0.0	0.0	5.53

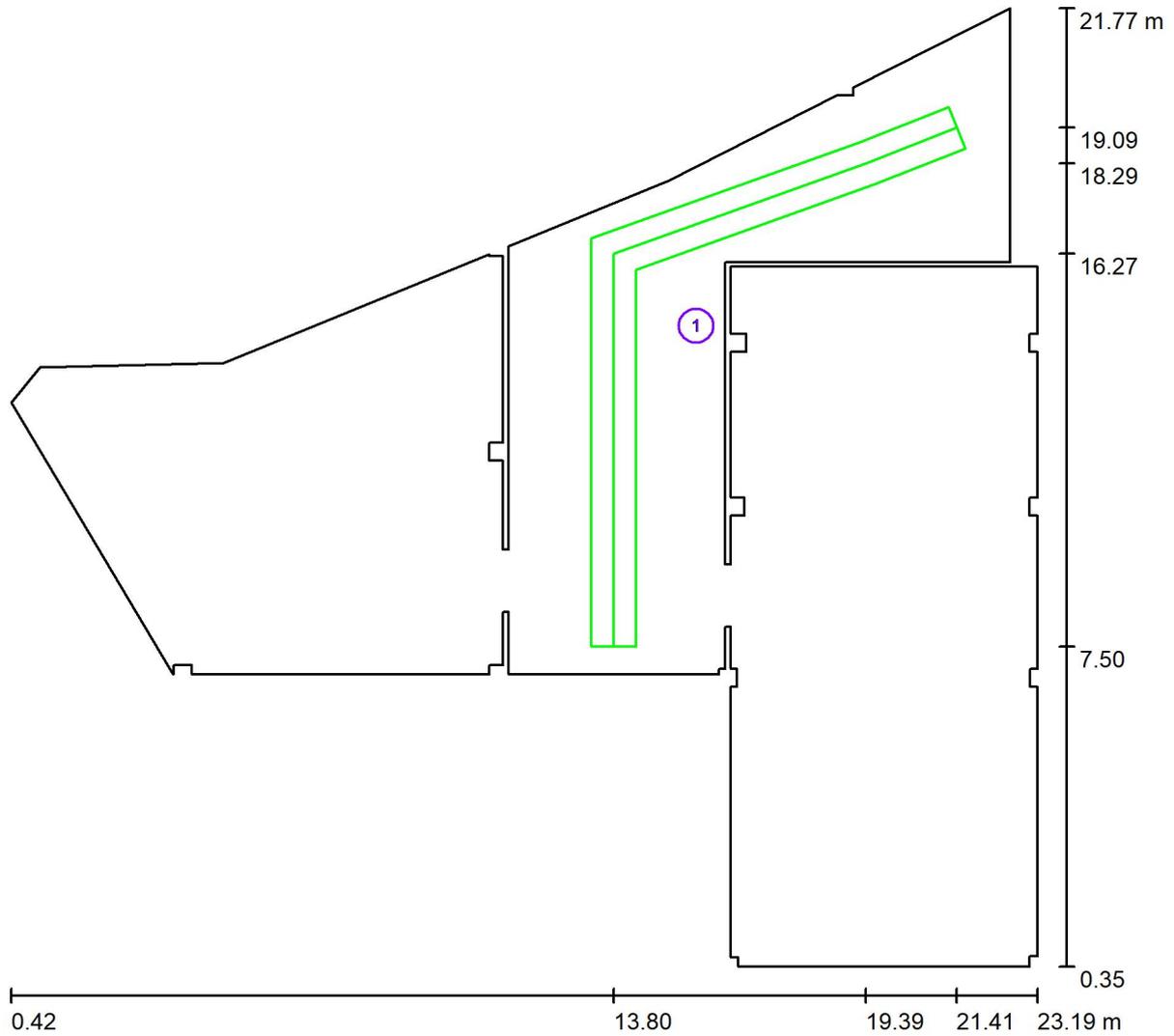
Resumen de los resultados

Tipos de punto de cálculo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E_{\min} / E_m	E_{\min} / E_{\max}
Horizontal, plan	2	6.05	5.53	6.57	0.91	0.84

UPV
ETSII

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono -
Fax -
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Local 1 / EMERGENCIAS / Vías de evacuación (sumario de resultados)



Escala 1 : 163

Lista de vías de evacuación

Nº	Designación	Trama	E_{min} [lx]	E_{min} / E_{max}	E_{min} [lx] (Línea media)	E_{min} / E_{max} (Línea media)
1	Vía de evacuación 1	128 x 64	1.41	0.293	1.52	0.32 (1 : 3.15)

UPV
ETSII

Proyecto elaborado por Eduardo Simó Viñes
Teléfono -
Fax -
e-Mail esimvie@etsii.upv.es

Local 1 / EMERGENCIAS / Rendering (procesado) en 3D



2 ANEXO:

PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES	67
1.2.1.- Pliego de condiciones	70
2.1.1.- Materiales	70
2.1.2.- Identificación de los conductores	70
2.1.3.- Tubos de protección	70
2.1.4.- Aparatos de protección	70
2.1.5.- Cajas de empalme y derivación	71
2.1.6.- Aparatos de mando y maniobra	71
2.1.7.- Conductores de protección	71
2.1.8.- Conductores activos	72
2.1.9.- Canalizaciones de protección	72
2.1.10.- Instalación de enlace	73
2.1.11.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	74
2.1.12.- Obligaciones del usuario	74
2.1.13.- Obligaciones de la empresa mantenedora	74
2.1.14.- Certificados y Documentación.	75
2.1.15.- Dirección facultativa y Libro de Órdenes.	75
2.2.- Pliego de condiciones de la instalación eléctrica de baja tensión	75
2.2.1.- Calidad de los materiales	75
2.2.2.- Conductores eléctricos	75
2.2.3.- Conductores de protección	76
2.2.4.- Normas de ejecución de la instalación	76
2.2.5.- General	76
2.2.6.- Colocación de los tubos	77
2.2.7.- Aparatos de protección	82
2.2.8.- Instalaciones en cuartos de baño o aseo.	82
2.2.9.- PUESTAS A TIERRA	83
2.2.10.- Uniones a tierra.	84
2.2.11.- Conductores de equipotencialidad.	86
2.2.12.- Resistencia de las tomas de tierra	86
2.2.13.- Tomas de tierra independientes.	86

2.2.14.- Separación de las puestas a tierra de un centro de transformación	86
2.2.15.- Red equipotencial.	87
2.2.16.- Instalación de puesta a tierra.	87
2.2.17.- Alumbrado.	89
2.2.18.- Alumbrados especiales	89
2.2.19.- Alumbrado general	89
2.2.20.- Pruebas reglamentarias	90

2.1 PLIEGO DE CONDICIONES

2.1.1 MATERIALES

2.1.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento, a saber:

- Azul: para el conductor neutro
- Amarillo-verde: para el conductor de tierra y protección
- Marrón, negro, gris: para los conductores activos o fases

2.1.3 TUBOS DE PROTECCIÓN

Serán aislantes de PVC, flexibles, que puedan curvarse con las manos o rígido-curvables en caliente, e instalados en montaje superficial, y no propagadores de llama, designación UNE-EN 50086-2-1 y UNE-EN 50086-2-2. Los diámetros interiores mínimos nominales, en milímetros, para los tubos protectores en función del número, clase y sección de los conductores que han de alojar, así como sus características, cumplirán con lo indicado en la ITC-BT-21.

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior de éste será, como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores.

Los tubos empleados deberán soportar como mínimo, sin deformación alguna, una temperatura de 60° centígrados, para los tubos constituidos de vinilo o polietileno. Para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado 70°C.

En la instalación no empotrada se empleará tubo rígido liso de grado de protección 5 o 7, de PVC enchufable, estanco.

2.1.4 APARATOS DE PROTECCIÓN

Son los disyuntores eléctricos, fusibles e interruptores diferenciales.

Los disyuntores serán del tipo magnetotérmico de accionamiento manual y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, abriendo y cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia.

Su capacidad de corte para la protección del cortocircuito estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en un punto de su instalación, y para la protección de la línea contra el calentamiento se regulará para una temperatura inferior a 65°C. La capacidad de corte será la indicada en el documento cálculos, y en ningún caso será inferior a los 6 kA.

Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales de trabajo, así como el signo de su desconexión.

Tanto los interruptores diferenciales como los disyuntores cuando no puedan soportar las corrientes de cortocircuito, irán acoplados con fusibles calibrados.

La intensidad nominal será como mínimo de 25 A y la sensibilidad de los diferenciales de 300 o 30 mA.

Los fusibles empleados para proteger los diferentes circuitos secundarios serán calibrados a la intensidad del circuito que protegen. Se dispondrán sobre material aislante e incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Se podrán recambiar bajo tensión sin ningún peligro y llevarán marcada la intensidad y tensiones nominales de trabajo.

2.1.5 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN

Serán de material aislante o metálicas aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación.

Sus dimensiones serán todas las que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá cuanto menos al diámetro del tubo Junior, más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado.

2.1.6 APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA

Son los interruptores y conmutadores que cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, abriendo y cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia; serán de material aislante y del tipo cerrado.

Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura en ningún caso pueda exceder de 65°C en ninguna de sus piezas.

Su construcción será tal que permita realizar un número de maniobras de apertura y cierre del orden de 10.000 con su carga nominal a la tensión de trabajo.

Deberán llevar marcada su intensidad y tensiones nominales de trabajo y estarán probados a una tensión de 800 a 1.000 V.

2.1.7 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

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

La sección mínima de estos conductores será igual a la fijada en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** de la memoria, en función de los conductores de fase de la instalación según la ITC-BT-19.

Los conductores de protección desnudos no estarán en contacto con elementos combustibles. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia, que será, además, no conductor y difícilmente combustible cuando atravesase partes combustibles del edificio.

Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánico y químico, especialmente en los pasos a través de elementos de la construcción.

Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de empalmes soldados sin empleo de ácido, o por piezas de conexión de apriete por rosca. Estas piezas serán de material inoxidable, y los tornillos de apriete estarán provistos de un dispositivo que evite su desapriete.

Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes.

El poder de corte mínimo de los PIA será de 6 kA a la tensión de 220/380 y 50 Hz y su curva de disparo será del tipo U, salvo que se indique lo contrario. Junto a cada uno de los interruptores del cuadro se colocará la indicación de la zona o servicio que protege.

Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales y estarán probados a una tensión de 500 a 1000 V. Los pequeños interruptores de la instalación, dispuestos en las distintas dependencias o secciones del edificio serán de 10 A de intensidad nominal.

2.1.8 CONDUCTORES ACTIVOS

Ambos polos de cada enseriado de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, el lado de corriente continua de la instalación deberá contar con una sección suficiente como para garantizar una caída de tensión inferior al 1,5% para cualquier condición de trabajo.

El cableado deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Los cables eléctricos a utilizar serán no propagadores de llama y con emisión de humos y opacidad reducida. Cumplirán con la Norma UNE 21.123, parte 4 o 5; o la norma UNE 21.100-2.

Las líneas de alimentación a cuadros de distribución estarán constituidas por conductores unipolares de cobre aislados de 0,6/1 kV.

Las líneas de alimentación a puntos de luz y tomas de corriente de otros usos estarán constituidas por conductores de cobre unipolares aislados del tipo RZ1-K (AS) cuando discurren bajo tubo, o bien serán mangueras de 0,6/1 kV cuando discurren sobre bandeja metálica por encima de falsos techo o a la vista.

2.1.9 CANALIZACIONES DE PROTECCIÓN

Estará constituida por un perfil de paredes perforadas o no perforadas cuya finalidad es la de alojar a los conductores eléctricos y estará cerrada con tapa desmontable según ITC-BT-01, siendo conformes a lo dispuesto en las Normas UNE que le sean de aplicación.

Para garantizar la continuidad de sus características de protección, su montaje se realizará siguiendo las instrucciones facilitadas por el fabricante.

Sus características mínimas, para instalaciones superficiales, serán las establecidas en la tabla 3.2 de la ITC-BT-21 del REBT.

La instalación y puesta en obra de las canales protectoras, deberá cumplir lo indicado a continuación o en su defecto lo prescrito en la Norma UNE que le sea de aplicación y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Su trazado se hará siguiendo preferentemente los paramentos verticales y horizontales paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se ejecuta la instalación eléctrica.

Las canales con conductividad eléctrica serán conectadas a la red de tierra para garantizar su continuidad eléctrica.

Las canales no podrán ser utilizados como conductores de protección o de neutro, salvo en lo dispuesto en la ITC-BT18 para las de tipo prefabricadas.

2.1.10 INSTALACIÓN DE ENLACE

La tensión de suministro es en Media Tensión servicio trifásico a 20 kV.

Caja general de protección y medida

La instalación se alimenta desde un transformador situado en el centro de transformación con una tensión de salida en el secundario de 400V. La medida se realiza en alta tensión, en la celda de medida ubicada en el centro de transformación.

Las cajas de protección y medida cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK 09 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones. El punto de puesta a tierra de la CGPM estará constituido por un sistema que permita la conexión y desconexión para poder independizar el circuito de puesta a tierra del edificio, de la toma de tierra, de forma que puedan hacerse mediciones en ella.

Equipo de medida

El equipo de medida se sitúa en el interior del centro de transformación en un módulo de medida en A.T CMAT-1/2.

Se instalará siempre en un módulo precintable y cumplirá con la norma NI 42.71.01 y NI 42.71.05

Derivación individual.

Es la parte de la instalación que, partiendo desde los centros de transformación hasta el CGBT, suministra energía eléctrica a la instalación de baja tensión. Comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Está regulada por la ITC-BT-15.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 -2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.

La Derivación Individual (DI) partirá desde los centros de transformación sobre canalización protectora hasta el cuadro general de baja tensión (CGBT) correspondientes del que partirán los circuitos necesarios para alimentar a los diferentes receptores.

Las longitudes, secciones y diámetros de los tubos protectores quedan determinados en el capítulo de Cálculos Justificativos, así como el sistema de instalación empleado.

La DI estará constituida por conductores aislados. En los tramos enterrados discurrirá bajo tubo corrugado de doble capa y grado de protección según tablas de la

ITC-BT-21. En los tramos de montaje en superficie discurrirá sobre bandeja perforada. Los conductores son de cobre, aislados y unipolares, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV como mínimo. Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV. La sección mínima será de 6 mm² para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm² para el hilo de mando (para aplicación de las diferentes tarifas), que será de color rojo.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

La caída de tensión máxima admisible será, para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación, del 1,5 %.

CONDICIONES GENERALES. FUSIBLES DE SEGURIDAD.

Con independencia de las protecciones correspondientes a la instalación interior del abonado, señaladas en la Instrucción ITC-BT-017, se colocarán fusibles de seguridad. Estos fusibles se colocarán en cada uno de los hilos de fase o polares a la salida del transformador; tendrán la adecuada capacidad de corte en función de la máxima corriente de cortocircuito que pueda presentarse.

2.1.11 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

De acuerdo con la Norma NT-IEEV el mantenimiento y reparación de las instalaciones de enlace y del extintor de la centralización de contadores será a cargo de la Comunidad de propietarios, las realizarán instaladores autorizados que comunicarán a Compañía Suministradora cualquier modificación o manipulación que realicen en la instalación.

Durante el funcionamiento del local y de los elementos de la instalación eléctrica, el propietario comprobará que su uso y funcionamiento es el debido, no produciéndose averías. En caso de detectarse cualquier anomalía, se avisará a un instalador autorizado, como único operario capacitado para realizar reparaciones en la instalación.

Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protegen.

También deberá realizarse una medición anual de la resistencia de la tierra, en aquellas épocas del año más secas, dicha operación la realizará un instalador autorizado, comprobando que su valor sea bueno.

2.1.12 OBLIGACIONES DEL USUARIO

Los titulares de las instalaciones deberán mantener en buen estado de funcionamiento sus instalaciones, utilizándolas de acuerdo con sus características y absteniéndose de intervenir en las mismas para modificarlas.

2.1.13 OBLIGACIONES DE LA EMPRESA MANTENEDORA

Periódicamente, al menos una vez al año, se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos y contactos indirectos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protegen. Asimismo, se comprobará el aislamiento de la instalación, entre cada conductor y tierra.

De la misma manera se comprobará la inexistencia de puntos calientes en el sistema fotovoltaico y se revisará mediante inspección visual que la integridad de los módulos fotovoltaicos se mantiene de forma que puedan operar en condiciones de seguridad.

2.1.14 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.

Al finalizar la ejecución se entregará en la Delegación del Ministerio de Industria correspondiente el certificado de Fin de Obra firmado por un técnico competente, acompañado del boletín o boletines de instalación firmados por un Instalador Autorizado.

Además, se hará entrega de la documentación que sea requerida por cualquiera de las instituciones competentes e implicadas en la correcta legalización de la instalación.

2.1.15 DIRECCIÓN FACULTATIVA Y LIBRO DE ÓRDENES.

- La dirección facultativa de la instalación se encomendará a un Técnico Titulado competente, siendo sus misiones las siguientes:
- Replanteo de la instalación, de acuerdo con la propiedad y el instalador que ejecuta la instalación.
- Vigilancia y control en la calidad de los materiales a utilizar.
- Comprobación que la instalación se ajusta al Proyecto y cumple con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Certificación de las partes finalizadas de la instalación.

Existirá un Libro de Órdenes, o en su defecto, Actas de Control de Obra en el que se reflejarán las incidencias y órdenes necesarias en el desarrollo de la instalación.

2.2 PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

2.2.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

Todos los materiales empleados en la ejecución de la instalación tendrán, como mínimo, las características especificadas en este Pliego de Condiciones, empleándose siempre materiales homologados según las Normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-02 que les sean de aplicación.

2.2.2 CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Los conductores de corriente eléctrica serán de cobre electrolítico con doble capa aislante, siendo su tensión asignada, no inferior a 450/750 V para la instalación interior.

Los cables eléctricos a utilizar, serán no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Cumplirán con la Norma UNE 21.123, parte 4 ó 5; o la norma UNE 21.1002.

2.2.3 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

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

La sección mínima de estos conductores será igual a la fijada en la Tabla 2, en función de los conductores de fase de la instalación según la ITC-BT-19.

2.2.4 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

2.2.5 GENERAL

El contador llevará los fusibles calibrados protectores de la instalación.

El cuadro general de distribución se realizará con materiales no inflamables.

El conexionado entre los dispositivos de protección situados en estos cuadros se ejecutará ordenadamente, procurando disponer regletas de conexionado para los conductores activos y para el conductor de protección.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo de los registros que se consideren necesarios. La unión de conductores, empalmes o derivaciones, no se pueden hacer por simple retorcimiento o arrollamiento de los cables entre sí, sino que se debe hacer mediante bornas montadas individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión, pudiendo utilizar bridas de conexión. Estas uniones se realizarán siempre en el interior de las cajas de empalme.

- No se permitirán más de tres conductores en los bornes de conexión.
- La conexión de los interruptores unipolares se realizará sobre el conductor de fase.
- No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.
- Todo conductor podrá seccionarse en cualquier punto de la instalación en que derive.

Los circuitos eléctricos derivados llevarán una protección contra sobrecargas, bien por interruptor automático o fusible, que se instalará siempre sobre el conductor de fase propiamente dicho.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a $1000 \times U$ ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000Ω . En este caso será necesaria una resistencia de aislamiento mayor o igual a $0,5 M\Omega$ bajo una tensión de ensayo de 500 V en continua.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1000 V y como mínimo 250V con una carga externa de 10.000Ω .

Los mecanismos se situarán a las alturas indicadas en las normas IEB e indicadas a continuación.

Cualquier parte de la instalación quedará a una distancia no inferior a 5cm. de las canalizaciones de telefonía, saneamiento, agua, gas, etc.

La distancia de los pulsadores al pavimento será de 110 cm.

2.2.6 COLOCACIÓN DE LOS TUBOS

Se tendrán en cuenta las prescripciones que indica la ITC BT 21, en su apartado 2, sobre instalación y colocación de los tubos.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local dónde se efectúa la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad que proporcionan a los conductores.

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se desee una unión estanca.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los indicados en la norma UNE EN 5086 -2-2

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m. El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos.

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

Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación, y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización, se aplicará a las partes mecanizadas pintura antioxidante.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los mismos, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación de agua en los puntos más bajos de ella y, si fuera necesario, estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el empleo de una "te" dejando uno de los brazos sin utilizar.

Cuando los tubos metálicos deban ponerse a tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 m.

No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Tubos en montaje superficial

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

Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, 0.50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de

dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.

En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2%.

Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2.5 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 cm aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm.

Tubos empotrados

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

La instalación de tubos empotrados será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo el enlucido de los mismos aplicarse posteriormente.

Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos. En los ángulos el espesor puede reducirse a 0.5 cm.

En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados, o bien provistos de codos o "tes" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos normales empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm, como máximo, del suelo o techo, y los verticales a una distancia de los ángulos o esquinas no superior a 20 cm.

Tubos en montaje al aire

Solamente está permitido su uso para la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida desde canalizaciones prefabricadas y cajas de derivación fijadas al techo. Se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

La longitud total de la conducción en el aire no será superior a 4 metros y no empezará a una altura inferior a 2 metros.

Se prestará especial atención para que se conserven en todo el sistema, especialmente en las conexiones, las características mínimas para canalizaciones de tubos al aire, establecidas en la tabla 6 de la instrucción ITC BT 21.

2.2.7 APARATOS DE PROTECCIÓN

Protección contra sobrecargas

Los conductores activos deben estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluido el conductor neutro, estarán protegidos contra las sobrecargas (sobrecargas y cortocircuitos).

Protección contra sobrecargas

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente en las canalizaciones.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

Protección contra cortocircuitos

Deben preverse dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes de que esta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución, o tipo de conductores utilizados.

Pequeños interruptores automáticos (PIA)

Los interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecargas se ajustarán a la norma UNE-EN 60-898. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos con corte al aire, de tensión asignada hasta 440 V (entre fases), intensidad asignada hasta 125 A y poder de corte nominal no superior a 25000 A.

Los valores normalizados de las tensiones asignadas son:

- 230 V Para los interruptores automáticos unipolares y bipolares.
- 230/400 V Para los interruptores automáticos unipolares.
- 400 V Para los interruptores automáticos bipolares, tripolares y tetrapolares.

Los valores 240 V, 240/415 V y 415 V respectivamente, son también valores normalizados.

Los valores preferenciales de las intensidades asignadas son: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125 A.

El poder de corte asignado será: 1500, 3000, 4500, 6000, 10000 y por encima 15000, 20000 y 25000 A.

La característica de disparo instantáneo de los interruptores automáticos vendrá determinada por su curva: B, C o D.

Cada interruptor debe llevar visible, de forma indeleble, las siguientes indicaciones:

La corriente asignada sin el símbolo A precedido del símbolo de la característica de disparo instantáneo (B,C o D) por ejemplo B16.

Poder de corte asignado en amperios, dentro de un rectángulo, sin indicación del símbolo de las unidades.

Clase de limitación de energía, si es aplicable.

Los bornes destinados exclusivamente al neutro, deben estar marcados con la letra "N".

Interruptores automáticos de baja tensión

Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-947-2: 1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas, los métodos de fabricación y el empleo previsto de los interruptores automáticos.

Cada interruptor automático debe estar marcado de forma indeleble en lugar visible con las siguientes indicaciones:

Intensidad asignada (In).

Capacidad para el seccionamiento, si ha lugar.

Indicaciones de las posiciones de apertura y de cierre respectivamente por O y | si se emplean símbolos.

También llevarán marcado aunque no sea visible en su posición de montaje, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

Fusibles

Los fusibles de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-269-1:1998.

Esta norma se aplica a los fusibles con cartuchos fusibles limitadores de corriente, de fusión encerrada y que tengan un poder de corte igual o superior a 6 kA. Destinados a asegurar la protección de circuitos, de corriente alterna y frecuencia industrial, en los que la tensión asignada no sobrepase 1000 V, o los circuitos de corriente continua cuya tensión asignada no sobrepase los 1500 V.

Los valores de intensidad para los fusibles expresados en amperios deben ser: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250.

Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

Interruptores con protección incorporada por intensidad diferencial residual

Los interruptores automáticos de baja tensión con dispositivos reaccionantes bajo el efecto de intensidades residuales se ajustarán al anexo B de la norma UNE-EN 60-947-2: 1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas.

Los valores preferentes de intensidad diferencial residual de funcionamiento asignada son: 0.006A, 0.01A, 0.03A, 0.1A, 0.3A, 0.5A, 1A, 3A, 10A, 30A.

Características principales de los dispositivos de protección

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.

Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Permitirán su recambio de la instalación bajo tensión sin peligro alguno.

Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger, respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocadas, sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos, sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito, y que sean de características coordinadas con las del interruptor automático.

Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación, y de lo contrario deberán estar protegidos por fusibles de características adecuadas.

Protección contra sobretensiones de origen atmosférico

Según lo indicado en la Instrucción ITC BT 23 en su apartado 3.2:

Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

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

En redes TT, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

Protección contra contactos directos e indirectos:

Los medios de protección contra contactos directos e indirectos en instalación se ejecutarán siguiendo las indicaciones detalladas en la Instrucción ITC BT 24, y en la Norma UNE 20.460 -4-41.

La protección contra contactos directos consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Los medios a utilizar son los siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Se utilizará el método de protección contra contactos indirectos por corte de la alimentación en caso de fallo, mediante el uso de interruptores diferenciales.

La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 s.

Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a:

- 24 V en los locales o emplazamientos húmedos o mojados.
- 50 V en los demás casos.

Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Como dispositivos de corte por intensidad de defecto se emplearán los interruptores diferenciales.

$$R = \frac{V_c}{I_s}$$

Debe cumplirse la siguiente condición:

Donde:

- R: Resistencia de puesta a tierra (Ohm).
- Vc: Tensión de contacto máxima (24 V en locales húmedos y 50 V en los demás casos).
- Is: Sensibilidad del interruptor diferencial (valor mínimo de la corriente de defecto, en A, a partir del cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger).

2.2.8 INSTALACIONES EN CUARTOS DE BAÑO O ASEO.

La instalación se ejecutará según lo especificado en la Instrucción ITC BT 27.

Para las instalaciones en cuartos de baño o aseo se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones:

VOLUMEN 0: Comprende el interior de la bañera o ducha. En un lugar que contenga una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal a 0.05 m por encima el suelo.

VOLUMEN 1: Está limitado por el plano horizontal superior al volumen 0, es decir, por encima de la bañera, y el plano horizontal situado a 2,25 metros por encima del suelo. El plano vertical que limita al volumen 1 es el plano vertical alrededor de la bañera o ducha.

VOLUMEN 2: Está limitado por el plano vertical tangente a los bordes exteriores de la bañera y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m; y entre el suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

VOLUMEN 3: Esta limitado por el plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 metros. El volumen 3 está comprendido entre el suelo y una altura de 2,25 m.

Para el volumen 0 el grado de protección necesario será el IPX7, y no está permitida la instalación de mecanismos.

En el volumen 1, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los equipos de bañeras de hidromasaje y en baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante su limpieza. Podrán ser instalados aparatos fijos como calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 2, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los baños comunes en los que se puedan producir chorros durante su limpieza.

Se permite la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE EN 60.742 o UNE EN 61558-2-5. Se podrán instalar también todos los aparatos permitidos en el volumen 1, luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles de hidromasaje que cumplan con su normativa aplicable, y que además estén protegidos con un diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 3 el grado de protección necesario será el IPX5, en los baños comunes cuando se puedan producir chorros de agua durante su limpieza. Se podrán instalar bases y aparatos protegidos por dispositivo de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

2.2.9 PUESTAS A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

2.2.10 UNIONES A TIERRA.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla 18. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm ² Cu 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.		

Tabla 18. Sección de conductor de puesta a tierra (Fuente: REBT)

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla 19:

Sección conductores fase (mm ²)	Sección conductores protección (mm ²)
Sf < 16	Sf
16 < Sf < 35	16
Sf > 35	Sf/2

Tabla 19. Selección conductor de neutro (Fuente: Libro Tecnología eléctrica)

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

2.2.11 CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD.

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección menor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm² si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

2.2.12 RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA

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

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

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

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

2.2.13 TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES.

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

2.2.14 SEPARACIÓN DE LAS PUESTAS A TIERRA DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas.

Si no se hace el control de independencia indicando anteriormente (50 V), entre la puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.

La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos

igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada (<100 ohmios.m). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia deberá ser calculada.

El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra (I_d) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ($V_d = I_d \times R_t$) sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada.

Revisión de las tomas de tierra.

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

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

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

2.2.15 RED EQUIPOTENCIAL.

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (agua fría, caliente, desagüe, calefacción, gas, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicos y todos los demás elementos conductores accesibles, tales como marcos metálicos de puertas, radiadores, etc.

El conductor que asegure esta protección deberá estar preferentemente soldado a las canalizaciones o a los otros elementos conductores, o si no, fijado solidariamente a los mismos por collares u otro tipo de sujeción apropiado a base de metales no féreos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura.

Los conductores de protección de puesta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial deben estar conectados entre sí. La sección mínima de este último estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-19 para los conductores de protección.

2.2.16 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

Estará compuesta de toma de tierra, conductores de tierra, borne principal de tierra y conductores de protección. Se llevarán a cabo según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-18.

Naturaleza y secciones mínimas

Los materiales que aseguren la puesta a tierra serán tales que:

El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

En todos los casos los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección al menos de: 2,5 mm² si disponen de protección mecánica y de 4 mm² si no disponen de ella.

Las secciones de los conductores de protección, y de los conductores de tierra están definidas en la Instrucción ITC-BT-18.

Tendido de los conductores

Los conductores de tierra enterrados tendidos en el suelo se considera que forman parte del electrodo.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección, será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masas y con los electrodos

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desea poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos, las conexiones deberán efectuarse por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos cualesquiera que sean éstos. La conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará siempre por medio del borne de puesta a tierra. Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas.

Deberá preverse la instalación de un borne principal de tierra, al que irán unidos los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y en caso de que fuesen necesarios, también los de puesta a tierra funcional.

Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

2.2.17 ALUMBRADO.

2.2.18 ALUMBRADOS ESPECIALES

Los puntos de luz del alumbrado especial deberán repartirse entre, al menos, dos líneas diferentes, con un número máximo de 12 puntos de luz por línea, estando protegidos dichos circuitos por interruptores automáticos de 10 A de intensidad nominal como máximo.

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

Deberán ser provistos de alumbrados especiales los siguientes locales:

Con alumbrado de emergencia: Los locales de reunión que puedan albergar a 100 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios, los establecimientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan al exterior o hasta las zonas generales del edificio.

Con alumbrado de señalización: Los estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos comerciales, casinos, hoteles, establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.

Con alumbrado de reemplazamiento: En quirófanos, salas de cura y unidades de vigilancia intensiva de establecimientos sanitarios.

2.2.19 ALUMBRADO GENERAL

Las redes de alimentación para puntos de luz con lámparas o tubos de descarga deberán estar previstas para transportar una carga en voltamperios al menos igual a 1.8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga que alimenta. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Si se alimentan con una misma instalación lámparas de descarga y de incandescencia, la potencia a considerar en voltamperios será la de las lámparas de incandescencia más 1.8 veces la de las lámparas de descarga.

Deberá corregirse el factor de potencia de cada punto de luz hasta un valor Junior o igual a 0.90, y la caída máxima de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación de alumbrado, será menor o igual que 3%.

Los receptores consistentes en lámparas de descarga serán accionados por interruptores previstos para cargas inductivas, o en su defecto, tendrán una capacidad de corte no inferior al doble de la intensidad del receptor. Si el interruptor acciona a la vez lámparas de incandescencia, su capacidad de corte será, como mínimo, la correspondiente a la intensidad de éstas más el doble de la intensidad de las lámparas de descarga.

En instalaciones para alumbrado de locales donde se reúna público, el número de líneas deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en dicho local.

2.2.20 PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Antes de la puesta en servicio de la instalación se realizarán pruebas de medición de la resistencia de aislamiento y de la resistencia de tierra, comprobándose que los valores obtenidos sean admisibles.

Periódicamente, al menos una vez al año, se realizará, por personal autorizado, una revisión de la instalación eléctrica comprobándose su estado.

El coste de todas las pruebas necesarias para satisfacer requerimientos de los organismos oficiales o que necesite el instalador para sus propios fines, será satisfecho por el instalador a su cargo.

A la terminación de la obra, antes de su recepción final se efectuarán por el instalador a su cargo, y en presencia del director de la obra:

- Pruebas finales de aislamiento.
- Continuidad de circuitos.
- Resistencia a cortocircuitos.
- Reparto de cargas.
- Comprobación de los diferenciales de todos los cuadros.
- Valor de la resistencia de tierra.

Todo ello en la forma que establezca el director de la obra, el cual será avisado al menos con una semana de antelación sobre la fecha.

Comprobación de la puesta a tierra

La instalación de toma de tierra será comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación. Se dispondrá de al menos un punto de puesta a tierra accesible para poder realizar la medición de la puesta a tierra.

Resistencia de aislamiento.

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia de aislamiento, expresada en ohmios, por lo menos igual a $1000 \times U$, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1000 V y, como mínimo, 250 V con una carga externa de 100.000 ohmios.