



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería Eléctrica

Instalación eléctrica para una residencia
universitaria deportiva de alto rendimiento.

Autor:

Martín Díaz, Pedro

Tutor:

Moya de la Torre, Eduardo Julio

Valladolid, Julio 2022



Resumen y palabras clave

En el presente Trabajo de Fin de Grado se pretende la realización de un proyecto ingenieril de oficina técnica de una residencia de estudiantes desde cero, realizándose el diseño del edificio, dimensionado, calculo y justificaciones del cumplimiento de las diferentes normativas para las diferentes instalaciones del edificio a proyectar.

Para que la realización de dicho Trabajo de Fin de Grado sea lo más real posible como lo que nos podríamos encontrar al finalizar nuestros estudios en el mundo laboral, se han empleado diferentes softwares como Revit para el diseño en 3D del edificio, Autocad para la realización de los planos del edificio y sus diferentes instalaciones, DMelect para el diseño de los esquemas unifilares y los cálculos eléctricos de las instalaciones eléctricas del edificio, Dialux para el cálculo y dimensionamiento de la iluminación del edificio, CYPE para el cálculo de las instalaciones de solar térmica, protección contra incendios y fontanería.

Palabras clave

Electricidad.
Solar térmica.
Eficiencia energética.
Incendios.
Baja tensión.





Abstract and Keywords

In this Final Degree Project, the aim is to carry out an engineering project for a technical office of a student residence from scratch, carrying out the design of the building, dimensioning, calculation and justifications of compliance with the different regulations for the different facilities of the building to project.

In order for the completion of this Final Degree Project to be as real as possible, like what we could find at the end of our studies in the world of work, different software such as Revit has been used for the 3D design of the building, Autocad for the realization of the plans of the building and its different installations, DMelect for the design of the single-line diagrams and the electrical calculations of the electrical installations of the building, Dialux for the calculation and dimensioning of the lighting of the building, CYPE for the calculation of the solar installations thermal, fire protection and plumbing.

Keywords

Electricity.
Solar thermal.
Energy efficiency.
Fires.
Low voltage.





Agradecimientos

Me gustaría agradecer a todas las personas que me han apoyado y han estado siempre a mi lado durante toda la carrera, tanto en los momentos buenos como en los malos, porque he de reconocer que ha sido una carrera con todo tipo de momentos tanto buenos como malos, pero también me ha enseñado a superar adversidades que te hacen crecer como persona, y además me ha ayudado a conocer personas que empezaron como conocidos y que han terminado en convertirse en grandes amigos.

Al igual que les agradezco a los amigos el haber estado siempre conmigo y ayudarme durante este trayecto de mi vida, otras personas o incluso las más importantes, han sido mi familia tanto mis padres como mis hermanos, que sin su apoyo no hubiera sido capaz de afrontar y superar este reto.

Además, agradecerle al profesor Eduardo Julio Moya de la Torre que me tutorara el TFG, el cual, me ha ayudado mucho para poder realizar este TFG.

Muchas gracias a todos.





Contenido

Resumen y palabras clave	1
Abstract and Keywords	3
Agradecimientos	5
Capítulo 1: Introducción y objetivos.....	23
1.1. Introducción y justificación del proyecto	23
1.2. Objetivos.....	28
1.3. Estructura del proyecto.....	29
Capítulo 2. Memoria descriptiva de la instalación eléctrica	33
2.1. Introducción	33
2.2. Situación y emplazamiento de la obra	33
2.3. Justificación y prescripciones para un local de pública concurrencia	34
2.4. Legislación y normativa vigente	37
2.5. Descripción del edificio, la actividad y sus emplazamientos	38
2.6. Previsión de cargas	42
2.6.1. Cuadro general de distribución	43
2.6.2. Subcuadro general de la planta segunda.....	44
2.6.3. Subcuadro habitaciones ala derecha planta segunda	45
2.6.4. Subcuadro habitaciones ala izquierda planta segunda	45
2.6.5. Subcuadro lavandería planta segunda	46
2.6.6. Subcuadros habitaciones planta segunda	46
2.6.7. Subcuadro planta primera	46
2.6.8. Subcuadro habitaciones ala derecha planta primera	47
2.6.9. Subcuadro habitaciones ala izquierda planta primera	48
2.6.10. Subcuadro lavandería planta primera	48
2.6.11. Subcuadros habitaciones planta primera	49
2.6.12. Subcuadro planta sótano.....	49
2.6.13. Subcuadro vehículo eléctrico	50
2.6.14. Subcuadro de incendios.....	50
2.6.15. Subcuadro ventilación garaje	51
2.6.16. Subcuadro ascensores	51
2.6.17. Subcuadro sala de calderas	51
2.6.18. Subcuadro solar térmica.....	52
2.6.19. Subcuadro oficinas	52
2.6.20. Subcuadro gimnasio	52
2.6.21. Subcuadro restauración.....	53
2.6.22. Subcuadro cocina	53
2.6.23. Subcuadro comedor residencia	54
2.6.24. Subcuadro cafetería.....	54
2.7. Acometida.....	54

2.8. Centro de transformación	55
2.9. Grupo electrógeno.....	55
2.9.1. Tipo de suministro.....	55
2.9.2. Condiciones generales.....	56
2.9.3. Funcionamiento del grupo electrógeno	56
2.9.4. Descripción de los elementos básicos del grupo electrógeno.....	56
2.9.5. Características de la estancia del emplazamiento del grupo electrógeno	59
2.10. Cuadros eléctricos.....	59
2.10.1. Cuadro general de distribución	60
2.10.2. Subcuadro o cuadro secundario general de la planta segunda (CS.P2)	61
2.10.3. Subcuadro o cuadro secundario de las habitaciones del ala derecha de la planta segunda (CS.DCHA.P2)	62
2.10.4. Subcuadro o cuadro secundario de las habitaciones del ala izquierda de la planta segunda (CS.IZQ.P2)	62
2.10.5. Subcuadro o cuadro secundario de la lavandería de la planta segunda (CS.LAV.P2).....	63
2.10.6. Subcuadros o cuadros secundarios de las habitaciones de la planta segunda y primera (CS.HXX).....	63
2.10.7. Subcuadro o cuadro secundario general de la planta primera (CS.P1)	63
2.10.8. Subcuadro o cuadro secundario de las habitaciones del ala derecha de la planta primera (CS.DCHA.P1)	64
2.10.9. Subcuadro o cuadro secundario de las habitaciones del ala izquierda de la planta primera (CS.IZQ.P1).....	65
2.10.10. Subcuadro o cuadro secundario de la lavandería de la planta primera (CS.LAV.P1).....	65
2.10.11. Subcuadro o cuadro secundario general de la planta sótano (CS.P-1).....	65
2.10.12. Subcuadro o cuadro secundario de las instalaciones contra incendios (CS.INC)	66
2.10.13. Subcuadro o cuadro secundario para la ventilación del garaje (CS.VEN.GAR) ..	66
2.10.14. Subcuadro o cuadro secundario de los ascensores (CS.ASC)	67
2.10.15. Subcuadro o cuadro secundario de la sala de calderas (CS.SAL.CAL)	67
2.10.16. Subcuadro o cuadro secundario del sistema de captación solar térmica (CS.SOL.TER)	67
2.10.17. Subcuadro o cuadro secundario del punto de recarga del vehículo eléctrico (CS.VEH.ELE).....	68
2.10.18. Subcuadro o cuadro secundario de las oficinas (CS.OFI)	68
2.10.19. Subcuadro o cuadro secundario del gimnasio (CS.GIM).....	68
2.10.20. Subcuadro o cuadro secundario de los servicios de restauración (CS.REST).....	69
2.10.21. Subcuadro o cuadro secundario de la cocina (CS.COC)	69
2.10.22. Subcuadro o cuadro secundario del comedor de la residencia (CS.COM)	69
2.10.23. Subcuadro o cuadro secundario de la cafetería (CS.CAF).....	70
2.11. Dispositivos generales e individuales de mando y protección	70
2.12. Instalaciones interiores	72
2.12.1. Conductores	72
2.12.2. Sistemas de instalación de los conductores	75
2.13. Esquema de distribución	82
2.14. Protección contra sobreintensidades.....	82



2.15.	Protección contra sobretensiones.....	84
2.15.1.	Categorías de las sobretensiones	84
2.15.2.	Medidas para el control de las sobretensiones	85
2.15.3.	Selección de los materiales de la instalación.....	85
2.16.	Protección contra los contactos directos e indirectos	86
2.16.1.	Protección contra contactos directos.....	86
2.16.2.	Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial – residual 87	
2.17.	Receptores de alumbrado	87
2.17.1.	Criterios de la instalación	88
2.17.2.	Sistemas de control y regulación.....	89
2.17.3.	Requisitos de iluminación.....	90
2.17.4.	Luminarias empleadas	90
2.18.	Receptores a motor	91
2.19.	Puesta a tierra	92
2.19.1.	Uniones a tierra	93
2.19.2.	Conductores de equipotencialidad.....	95
2.19.3.	Resistencia de las tomas de tierra	95
2.19.4.	Tomas de tierra independientes.....	96
2.19.5.	Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación.	96
2.19.6.	Revisión de las tomas de tierra.....	97
2.20.	Instalación punto de recarga del vehículo eléctrico	97
Capítulo 3.	Centro de transformación	103
3.1.	Características generales del centro de transformación	103
3.2.	Descripción de la instalación	104
3.2.1.	Características de los materiales	104
3.3.	Puesta a tierra	113
3.4.	Instalaciones secundarias	113
3.4.1.	Alumbrado	113
3.4.2.	Protección contra incendios	113
3.4.3.	Medidas de seguridad	114
Capítulo 4:	Sistema de captación solar térmica para ACS y cumplimiento del DB HE 4 del CTE “Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de ACS”	115
4.1.	Legislación y normativa vigente	115
4.2.	Descripción de la instalación	115
4.2.1.	Emplazamiento de la instalación	115
4.2.2.	Características de la superficie donde se instalarán los captadores. Orientación, inclinación y sombras.	116
4.2.3.	Tipo de instalación.....	116
4.2.4.	Captadores. Curvas de rendimiento.	116
4.2.5.	Disposición de los captadores	117

4.2.6.	Fluido caloportador	118
4.2.7.	Deposito acumulador	119
4.2.8.	Energía auxiliar	120
4.2.9.	Circuito hidráulico.....	121
4.2.10.	Sistema de control	122
4.2.11.	Diseño y ejecución de la instalación	123

Capítulo 5: Protección contra incendios y cumplimiento del DB SI del CTE

“Seguridad ante incendios” 131

5.1. Legislación y normativa vigente 131

5.2. Propagación interior 131

5.2.1. Compartimentación en sectores de incendio..... 131

5.2.2. Locales de riesgo especial..... 135

5.2.3. Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios. 136

5.2.4. Reacción al fuego de elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.. 137

5.3. Propagación exterior 137

5.3.1. Medianerías y fachadas..... 137

5.3.2. Cubiertas..... 140

5.4. Evacuación de ocupantes 140

5.4.1. Compatibilidad de los elementos de evacuación 140

5.4.2. Cálculo de ocupación, salidas y recorridos de evacuación 140

5.4.3. Dimensionado y protección de escaleras y pasos de evacuación 144

5.4.4. Señalización de los medios de evacuación 145

5.4.5. Control del humo de incendio 146

5.5. Instalación de protección contra incendios..... 146

5.5.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios..... 146

5.5.2. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios.. 149

5.6. Intervención de los bomberos..... 150

5.6.1. Condiciones de aproximación y entorno..... 150

5.6.2. Accesibilidad por fachada..... 150

5.7. Resistencia al fuego de la estructura 150

Capítulo 6: Pliego de condiciones..... 153

6.1. Condiciones facultativas 153

6.1.1. Técnico director de obra..... 153

6.1.2. Constructor o instalador..... 153

6.1.3. Verificación de los documentos del proyecto 154

6.1.4. Plan de seguridad y salud en el trabajo..... 154

6.1.5. Presencia del constructor o instalador en la obra 155

6.1.6. Trabajos no estipulados expresamente..... 155

6.1.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto 156

6.1.8. Reclamaciones contra las ordenes de la dirección facultativa 156

6.1.9. Faltas de personal..... 156

6.1.10. Caminos y accesos 157

6.1.11. Replanteo 157



6.1.12.	Comienzo de la obra, ritmo de ejecución de los trabajos	157
6.1.13.	Orden de los trabajos	157
6.1.14.	Facilidades para otros contratistas.....	158
6.1.15.	Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor	158
6.1.16.	Prorroga por causa de fuerza mayor	158
6.1.17.	Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra	158
6.1.18.	Condiciones generales de ejecución de los trabajos	159
6.1.19.	Obras ocultas.....	159
6.1.20.	Trabajos defectuosos.....	159
6.1.21.	Vicios ocultos	160
6.1.22.	Procedencia de los materiales y los aparatos.....	160
6.1.23.	Materiales no utilizables.....	160
6.1.24.	Gastos ocasionados por pruebas y ensayos	160
6.1.25.	Limpieza de las obras.....	161
6.1.26.	Documentación final de la obra	161
6.1.27.	Plazo de garantía	161
6.1.28.	Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	161
6.1.29.	De la recepción definitiva	162
6.1.30.	Prórroga del plazo de garantía	162
6.1.31.	De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida	162
6.2.	Condiciones económicas	162
6.2.1.	Composición de los precios unitarios	162
6.2.2.	Precio de contrata o importe de contrata	164
6.2.3.	Precios contradictorios	164
6.2.4.	Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.....	164
6.2.5.	De la revisión de los precios contratados	164
6.2.6.	Acopio de materiales	165
6.2.7.	Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores.....	165
6.2.8.	Relaciones valoradas y certificaciones	165
6.2.9.	Mejoras de obras libremente ejecutadas.....	166
6.2.10.	Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada	167
6.2.11.	Pagos	167
6.2.12.	Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.....	168
6.2.13.	Demora de los pagos	168
6.2.14.	Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios	168
6.2.15.	Unidades de obra defectuosas pero aceptables	168
6.2.16.	Seguro de las obras.....	169
6.2.17.	Conservación de la obra	169
6.2.18.	Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario	170
6.3.	CONDICIONES TECNICAS PARA LA EJECUCION Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN BAJA TENSION	170
6.3.1.	Condiciones generales.....	170
6.3.2.	Canalizaciones eléctricas	171
6.3.3.	Conductores	183
6.3.4.	Cajas de empalme	185
6.3.5.	Mecanismos y tomas de corriente	186
6.3.6.	Aparamenta de mando y protección.....	187



6.3.7.	Receptores de alumbrado	193
6.3.8.	Receptores a motor	194
6.3.9.	Puestas a tierra	198
6.3.10.	Inspecciones y pruebas en fabrica.....	201
6.3.11.	Control	202
6.3.12.	Seguridad.....	202
6.3.13.	Limpieza.....	203
6.3.14.	Mantenimiento.....	203
6.3.15.	Criterios de medición.....	203
6.4.	Condiciones técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones de suministro de agua	204
6.4.1.	Ejecución.....	204
6.4.2.	Puesta en servicio	214
6.4.3.	Productos de construcción	216
6.5.	Condiciones técnicas para la ejecución y montaje de las instalaciones de solar térmica	221
6.5.1.	Condiciones de montaje	221
6.5.2.	Requisitos técnicos del contrato de mantenimiento.....	227
Capítulo 7:	Estudio básico de seguridad y salud	235
7.1.	Objetivos.....	235
7.2.	Artículos del Reglamento	235
	Artículo 1: Objeto, ámbito de aplicación y definiciones	235
	Artículo 2: Obligaciones del empresario	235
	Artículo 3: Instalaciones eléctricas.....	236
	Artículo 4: Técnicas y procedimientos de trabajo.....	237
	Artículo 5: Formación e información de los trabajadores.....	238
	Artículo 6: Consulta y participación de los trabajadores	238
7.3.	Anexos	239
7.3.1.	Definiciones	239
7.3.2.	Trabajos sin tensión.....	241
7.3.3.	Trabajos en tensión	247
7.3.4.	Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones.....	250
7.3.5.	Trabajos en proximidad	253
Capítulo 8:	Presupuesto y mediciones.....	257
8.1.	Presupuesto	257
8.2.	Resumen del presupuesto.....	296
Capítulo 9:	Conclusiones.....	297
Bibliografía		301
Anexos.....		307
Anexo 1: Cálculos justificativos eléctricos		309
1.1.	Objetivo	309



1.2.	Formulas empleadas.....	309
1.3.	Previsión de cargas	315
1.3.1.	Potencia total instalada en el cuadro general de distribución	315
1.3.2.	Subcuadros	316
1.4.	Demanda de potencias del edificio.....	326
1.5.	Cálculos.....	326
1.5.1.	Acometida.....	327
1.5.2.	Derivación individual	327
1.5.3.	Grupo electrógeno.....	328
1.5.4.	Subcuadro planta segunda	329
1.5.5.	Subcuadro habitación 26.....	330
1.6.	Resultados	335
1.7.	Puesta a tierra	364
Anexo 2: Cálculos justificativos centro de transformación		365
2.1.	Intensidad de media tensión	365
2.2.	Intensidad de baja tensión	365
2.3.	Corrientes de cortocircuitos	365
2.3.1.	Corriente de cortocircuito en el lado de media tensión.....	366
2.3.2.	Corriente de corriente en el lado de baja tensión.....	366
2.4.	Dimensionado del embarrado.....	367
2.5.	Comprobación por densidad de corriente.....	367
2.6.	Comprobación por sollicitación electrodinámica	367
2.7.	Comprobación por sollicitación térmica	367
2.8.	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos	368
2.9.	Dimensionado de los puentes de media tensión	368
2.10.	Dimensionado de la ventilación del centro de transformación.....	368
2.11.	Dimensionado del pozo apagafuegos.....	368
2.12.	Cálculo de la instalación de puesta a tierra	369
2.12.1.	Características del suelo	369
2.12.2.	Corrientes máximas de puesta a tierra.....	369
2.12.3.	Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra	370
2.12.4.	Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.....	370
2.13.	Cálculo de las tensiones de paso.....	374
2.13.1.	Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación	374
2.13.2.	Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación	375
2.14.	Cálculo de las tensiones aplicadas	376
2.14.1.	Centro de seccionamiento.....	376
2.14.2.	Centro de transformación	377
2.15.	Investigación de las tensiones transferibles al exterior.....	378

Anexo 3: Cálculos y justificación sistema de captación solar térmica	381
3.1. Objetivos.....	381
3.2. Cálculos.....	381
3.2.1. Descripción del edificio.....	381
3.2.2. Circuito hidráulico.....	381
3.2.3. Determinación de la radiación.....	383
3.2.4. Dimensionamiento de la superficie de captación	383
3.2.5. Cálculo de la cobertura solar	384
3.2.6. Selección de la configuración básica	384
3.2.7. Selección del fluido caloportador	384
3.2.8. Diseño del sistema de captación	385
3.2.9. Diseño del sistema intercambiador-acumulador	385
3.2.10. Diseño del circuito hidráulico	386
3.2.11. Sistema de regulación y control	391
3.2.12. Calcula de la separación entre filas de captadores	391
3.2.13. Aislamiento.....	391
Anexo 4: Diseño y cálculo de la instalación de suministro de agua	393
4.1. Objetivo	393
4.2. Legislación y normativa vigente	393
4.3. Descripción de la instalación	393
4.3.1. Acometida.....	393
4.3.2. Tubos de alimentación	394
4.3.3. Instalaciones particulares.....	394
4.4. Cálculos.....	395
4.4.1. Bases de calculo.....	395
4.4.2. Dimensionado.....	401
Anexo 5: Calculo hidráulico de las instalaciones de protección contra incendios	407
5.1. Red de bocas de incendio equipadas (BIE)	407
5.2. Red de rociadores 1	408
5.3. Red de rociadores 2	410
Anexo 6: Iluminación interior	415
6.1. Objetivo	415
6.2. Luminarias empleadas	415
6.2.1. Fichas técnicas de las luminarias empleadas.....	418
6.3. Cálculos.....	426
6.3.1. Planta segunda	426
6.3.2. Planta primera	450
6.3.3. Planta baja	453
6.3.4. Planta sótano.....	483
Anexo 7: Planos	499



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución y superficies de la planta segunda del edificio. _____	40
Tabla 2. Distribución y superficies de la planta primera del edificio. _____	41
Tabla 3. Distribución y superficies de la planta baja del edificio. _____	42
Tabla 4. Distribución y superficies de la planta baja del edificio. _____	42
Tabla 5. Potencias del cuadro general del edificio. _____	43
Tabla 6. Potencias del subcuadro general de la planta segunda. _____	44
Tabla 7. Potencias del subcuadro habitaciones ala derecha planta segunda. _____	45
Tabla 8. Potencias subcuadro habitaciones ala izquierda de la planta segunda. _____	45
Tabla 9. Potencias del subcuadro de la lavandería de la planta segunda. _____	46
Tabla 10. Potencias de los subcuadros de las habitaciones de la planta segunda. _____	46
Tabla 11. Potencias del subcuadro general de la planta primera. _____	47
Tabla 12. Potencias del subcuadro de las habitaciones del ala derecho de la planta primera. _____	48
Tabla 13. Potencias del subcuadro de las habitaciones del ala izquierda de la planta primera. _____	48
Tabla 14. Potencias del subcuadro de la lavandería de la planta primera. _____	48
Tabla 15. Potencias de los subcuadros de las habitaciones de la planta primera. _____	49
Tabla 16. Potencias del subcuadro general de la planta sótano. _____	50
Tabla 17. Potencias del subcuadro del vehículo eléctrico. _____	50
Tabla 18. Potencia del subcuadro de las instalaciones de protección contra incendios. _____	50
Tabla 19. Potencias del subcuadro de las instalaciones de la ventilación del garaje. _____	51
Tabla 20. Potencias del subcuadro de los ascensores del edificio. _____	51
Tabla 21. Potencias del subcuadro de la sala de calderas. _____	51
Tabla 22. Potencias del subcuadro de la instalación del sistema de captación solar térmica. _____	52
Tabla 23. Potencias del subcuadro de las oficinas de administración. _____	52
Tabla 24. Potencias del subcuadro de las instalaciones del gimnasio. _____	52
Tabla 25. Potencias del subcuadro de las instalaciones de restauración del edificio. _____	53
Tabla 26. Potencias del subcuadro de las instalaciones de la cocina. _____	53
Tabla 27. Potencias del subcuadro de las instalaciones del comedor. _____	54
Tabla 28. Potencias del subcuadro de la cafetería. _____	54
Tabla 29. Secciones mínimas de los conductores de protección. _____	73
Tabla 30. Valores de resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica. _____	75
Tabla 31. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir. _____	77
Tabla 32. Categorías de las sobretensiones. _____	84
Tabla 33. Valor límite de eficiencia energética de la instalación (VEE _{lim}). _____	89
Tabla 34. Potencia máxima por superficie iluminada (PTOT/STOT). _____	89
Tabla 35. Contantes máxima de proporcionalidad de los motores según potencia. _____	92
Tabla 36. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra. _____	94
Tabla 37. Relación entre la sección de los conductores de protección y los de fase. _____	95
Tabla 38. Potencias instaladas normalizadas de los circuitos de recarga colectivos destinados a alimentar estaciones de recarga. _____	98
Tabla 39. Límites máximos de orientación, inclinación y sombras de los captadores solares. _____	116
Tabla 40. Sectorización de incendios. _____	132
Tabla 41. Escaleras protegidas. _____	133
Tabla 42. Vestíbulos de independencia. _____	134
Tabla 43. Zonas de riesgo especial. _____	136
Tabla 44. Reacción al fuego de los elementos estructurales. _____	137
Tabla 45. Propagación horizontal. _____	138



Tabla 46. Propagación vertical.	139
Tabla 47. Cálculo de la ocupación, número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación.	142
Tabla 48. Longitud y número de salidas de los recorridos de evacuación para las zonas de riesgo especial.	143
Tabla 49. Escaleras y pasillos de evacuación del edificio.	145
Tabla 50. Dotación de instalaciones de protección contra incendios en los diferentes sectores de incendio del edificio.	147
Tabla 51. Dotación de instalaciones de protección contra incendios en las zonas de riesgo especial del edificio.	148
Tabla 52. Resistencia al fuego de la estructura del edificio.	151
Tabla 53. Tubos en canalizaciones fijas en superficie.	172
Tabla 54. Tubos en canalizaciones empotradas en huecos o falsos techos.	173
Tabla 55. Tubos en canalizaciones empotradas embebidas en hormigón o canalizaciones precableadas.	173
Tabla 56. Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.	174
Tabla 57. Tubos en canalizaciones enterradas.	174
Tabla 58. Conductores aislados bajo canales protectoras.	180
Tabla 59. Resistencias mínimas de aislamiento.	185
Tabla 60. Secciones mínimas para los conductores de protección.	200
Tabla 61. Sección mínima del conductor de protección.	200
Tabla 62. Condiciones límites del agua a transportar para tubos de acero galvanizado.	218
Tabla 63. Condiciones límites del agua a transportar para tubos de cobre.	218
Tabla 64. Plan de vigilancia.	229
Tabla 65. Sistema de captación.	230
Tabla 66. Sistema de acumulación.	230
Tabla 67. Sistema de intercambio.	231
Tabla 68. Circuito hidráulico.	231
Tabla 69. Sistema eléctrico y de control.	231
Tabla 70. Sistema de energía auxiliar.	231
Tabla 71. Distancias según tensión nominal de la instalación.	240
Tabla 72. Cuadro general de distribución de baja tensión del edificio.	315
Tabla 73. Subcuadro general de la planta segunda.	316
Tabla 74. Subcuadro habitaciones ala derecha de la planta segunda.	317
Tabla 75. Subcuadro habitaciones ala izquierda de la planta segunda.	317
Tabla 76. Subcuadro lavandería de la planta segunda.	318
Tabla 77. Subcuadro habitaciones de la planta segunda.	318
Tabla 78. Subcuadro general de la planta primera.	319
Tabla 79. Subcuadro habitaciones ala derecha de la planta primera.	319
Tabla 80. Subcuadro habitaciones ala izquierda de la primera planta.	320
Tabla 81. Subcuadro lavandería de la planta primera.	320
Tabla 82. Subcuadro habitaciones de la planta primera.	321
Tabla 83. Subcuadro general de la planta sótano.	322
Tabla 84. Subcuadro instalaciones vehículo eléctrico.	322
Tabla 85. Subcuadro de las instalaciones de incendios.	322
Tabla 86. Subcuadro instalaciones ventilación del garaje.	322
Tabla 87. Subcuadro ascensores.	323
Tabla 88. Subcuadro sala de calderas.	323
Tabla 89. Subcuadro instalaciones solar térmica.	323
Tabla 90. Subcuadro oficinas de la planta baja.	324
Tabla 91. Subcuadro gimnasio de la planta baja.	324



<i>Tabla 92. Subcuadro general restauración de la planta baja.</i>	325
<i>Tabla 93. Subcuadro de las instalaciones eléctricas de la cocina.</i>	325
<i>Tabla 94. Subcuadro comedor residencia de la planta baja.</i>	325
<i>Tabla 95. Subcuadro de las instalaciones eléctricas de la cafetería.</i>	326
<i>Tabla 96. Condiciones climáticas de Segovia.</i>	382
<i>Tabla 97. Demanda energética necesaria mensual.</i>	382
<i>Tabla 98. Resultados obtenidos con el sistema captación elegido.</i>	384
<i>Tabla 99. Valor del coeficiente de separación entre las filas de captadores (k).</i>	391
<i>Tabla 100. Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo.</i>	395
<i>Tabla 101. Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos.</i>	398
<i>Tabla 102. Diámetros mínimos de alimentación.</i>	398
<i>Tabla 103. Relación entre diámetro de tubería y caudal de recirculación de A.C.S.</i>	399
<i>Tabla 104. Calculo hidráulico de la acometida.</i>	402
<i>Tabla 105. Calculo hidráulico de las tuberías de alimentación.</i>	402
<i>Tabla 106. Calculo hidráulico del grupo de presión.</i>	403
<i>Tabla 107. Calculo hidráulico de las instalaciones particulares.</i>	404
<i>Tabla 108. Calculo hidráulico de los equipos de producción de ACS.</i>	404
<i>Tabla 109. Calculo hidráulico de las válvulas limitadoras de presión.</i>	404
<i>Tabla 110. Calculo hidráulico de las bombas de circulación.</i>	405
<i>Tabla 111. Resultados del cálculo hidráulico de las BIEs del edificio.</i>	408
<i>Tabla 112. Resultados del cálculo hidráulico de la red de rociadores 1</i>	410
<i>Tabla 113. Resultados del cálculo hidráulico de la red de rociadores 2.</i>	413



INDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Emplazamiento de la residencia universitaria.</i>	24
<i>Ilustración 2. Lugares necesarios cercanos a la residencia universitaria.</i>	25
<i>Ilustración 3. Datos descriptivos del inmueble según catastro.</i>	33
<i>Ilustración 4. Datos de la parcela catastral según catastro.</i>	34
<i>Ilustración 5. Grupo electrógeno AV-440 Gama emergencia.</i>	56
<i>Ilustración 6. Cuadro de control automático con conmutación de la marca DSE 7320 MKII.</i>	58
<i>Ilustración 7. Composición de los conductores RZ1 - K (AS+) 0,6/1 kV XLPE + Pol, RF.</i>	72
<i>Ilustración 8. Composición de los conductores ES07Z1 - K (AS+) 450/750 V Poliolef, RF.</i>	73
<i>Ilustración 9. Esquema de distribución del tipo TT.</i>	82
<i>Ilustración 10. Captador solar térmico marca Vaillant, modelo auroTHERM VFK 125.</i>	117
<i>Ilustración 11. Acumulador marca Lapesa modelo master inercia MV-6000-IB.</i>	119
<i>Ilustración 12. Caldera mural de gas marca Viessmann modelo Vitodens 200 W B2HF.</i>	120
<i>Ilustración 13. Bomba de circulación Wilo Star-Z 20/7-3.</i>	121
<i>Ilustración 14. Esquema general de la instalación del sistema de captación solar térmica.</i>	123
<i>Ilustración 15. Esquema de funcionamiento del sistema de captación solar térmica.</i>	124
<i>Ilustración 16. SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 4000K WIDE FLOOD.</i>	415
<i>Ilustración 17. SIMON 72660333-884 Luminaria 726 60x60 NW DALI.</i>	415
<i>Ilustración 18. SIMON 73520330-984 Downlight 735.20 Round empotrado 4000K General DALI Blanco.</i>	416
<i>Ilustración 19. SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI Blanco.</i>	416
<i>Ilustración 20. SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI.</i>	416
<i>Ilustración 21. SIMON 72060340-686 Luminaria 720 Modular 60x60 Low Glare BIO DALI DT6.</i>	416
<i>Ilustración 22. SIMON 70325330-483 Downlight 703.25 3000K WIDE FLOOD DALI.</i>	417
<i>Ilustración 23. SIMON 72061340-683 Luminaria 720 Advance M4 120x30 3000K Low Glare DALI.</i>	417
<i>Ilustración 24. Ficha técnica de la luminaria SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 4000K WIDE FLOOD.</i>	418
<i>Ilustración 25. Ficha técnica de la luminaria SIMON 72660333-884 Luminaria 726 60x60 NW DALI.</i>	419
<i>Ilustración 26. Ficha técnica de la luminaria SIMON 73520330-984 Downlight 735.20 Round empotrado 4000K General DALI Blanco.</i>	420
<i>Ilustración 27. Ficha técnica de la luminaria SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI Blanco.</i>	421
<i>Ilustración 28. Ficha técnica de la luminaria SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI.</i>	422
<i>Ilustración 29. Ficha técnica de la luminaria SIMON 72060340-686 Luminaria 720 Modular 60x60 Low Glare BIO DALI DT6.</i>	423
<i>Ilustración 30. Ficha técnica de la luminaria SIMON 70325330-483 Downlight 703.25 3000K WIDE FLOOD DALI.</i>	424
<i>Ilustración 31. Ficha técnica de la luminaria SIMON 72061340-683 Luminaria 720 Advance M4 120x30 3000K Low Glare DALI.</i>	425
<i>Ilustración 32. Resultados luminotécnicos obtenidos de las habitaciones dobles izquierda.</i>	426
<i>Ilustración 33. Resultados luminotécnicos obtenidos de las habitaciones dobles derecha.</i>	427
<i>Ilustración 34. Resultados luminotécnicos obtenidos de las habitaciones simples.</i>	428
<i>Ilustración 35. Resultados luminotécnicos obtenidos de los baños de las habitaciones.</i>	429



<i>Ilustración 36. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de audiovisuales.</i>	430
<i>Ilustración 37. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de estudio.</i>	431
<i>Ilustración 38. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de trabajos.</i>	432
<i>Ilustración 39. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de juegos.</i>	433
<i>Ilustración 40. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto de telecomunicaciones.</i>	434
<i>Ilustración 41. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto de las instalaciones solar térmica.</i>	435
<i>Ilustración 42. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto de usos varios.</i>	436
<i>Ilustración 43. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto de instalaciones varias.</i>	437
<i>Ilustración 44. Resultados luminotécnicos obtenidos de la lavandería.</i>	438
<i>Ilustración 45. Resultados luminotécnicos obtenidos del almacén de la lavandería.</i>	439
<i>Ilustración 46. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto de limpieza.</i>	440
<i>Ilustración 47. Resultados luminotécnicos obtenidos de la escalera del ala derecha.</i>	441
<i>Ilustración 48. Resultados luminotécnicos obtenidos del vestíbulo de independencia del ala derecha.</i>	442
<i>Ilustración 49. Resultados luminotécnicos obtenidos del distribuidor del ala derecha.</i>	443
<i>Ilustración 50. Resultados luminotécnicos obtenidos del distribuidor del ala principal.</i>	444
<i>Ilustración 51. Resultados luminotécnicos obtenidos de la escalera de emergencia.</i>	445
<i>Ilustración 52. Resultados luminotécnicos obtenidos de la escalera del ala principal.</i>	446
<i>Ilustración 53. Resultados luminotécnicos obtenidos del distribuidor del ala izquierda.</i>	447
<i>Ilustración 54. Resultados luminotécnicos obtenidos del vestíbulo de independencia del ala izquierda.</i>	448
<i>Ilustración 55. Resultados luminotécnicos obtenidos de la escalera del ala izquierda.</i>	449
<i>Ilustración 56. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de juegos.</i>	450
<i>Ilustración 57. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de reuniones.</i>	451
<i>Ilustración 58. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de trabajos.</i>	452
<i>Ilustración 59. Resultados luminotécnicos obtenidos del gimnasio.</i>	453
<i>Ilustración 60. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala médica.</i>	454
<i>Ilustración 61. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de rehabilitación.</i>	455
<i>Ilustración 62. Resultados luminotécnicos obtenidos del almacén del gimnasio.</i>	456
<i>Ilustración 63. Resultados luminotécnicos obtenidos del vestuario femenino del gimnasio.</i>	457
<i>Ilustración 64. Resultados luminotécnicos obtenidos de vestuario masculino del gimnasio.</i>	458
<i>Ilustración 65. Resultados luminotécnicos obtenidos del despacho de dirección.</i>	459
<i>Ilustración 66. Resultados luminotécnicos obtenidos de los despachos de administración.</i>	460
<i>Ilustración 67. Resultados luminotécnicos obtenidos de la dirección deportiva.</i>	461
<i>Ilustración 68. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de consejería.</i>	462
<i>Ilustración 69. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de reuniones.</i>	463
<i>Ilustración 70. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de reuniones deportivas.</i>	464
<i>Ilustración 71. Resultados luminotécnicos obtenidos del archivo de administración.</i>	465
<i>Ilustración 72. Resultados luminotécnicos obtenidos del almacén de consejería.</i>	466
<i>Ilustración 73. Resultados luminotécnicos obtenidos de la cafetería.</i>	467
<i>Ilustración 74. Resultados luminotécnicos obtenidos del comedor de la residencia.</i>	468
<i>Ilustración 75. Resultados luminotécnicos obtenidos de la cocina.</i>	469
<i>Ilustración 76. Resultados luminotécnicos obtenidos de la cámara frigorífica.</i>	470
<i>Ilustración 77. Resultados luminotécnicos obtenidos de la despensa.</i>	471
<i>Ilustración 78. Resultados luminotécnicos obtenidos del almacén de la cafetería.</i>	472
<i>Ilustración 79. Resultados luminotécnicos obtenidos del aseo femenino de la cafetería.</i>	473
<i>Ilustración 80. Resultados luminotécnicos obtenidos del aseo masculino de la cafetería.</i>	474
<i>Ilustración 81. Resultados luminotécnicos obtenidos del vestíbulo de independencia de la cocina.</i>	475
<i>Ilustración 82. Resultados luminotécnicos obtenidos del vestuario femenino de la cocina.</i>	476



Ilustración 83. Resultados luminotécnicos obtenidos del vestuario masculino de la cocina. ___ 477

Ilustración 84. Resultados luminotécnicos obtenidos del distribuidor del ala derecha. _____ 478

Ilustración 85. Resultados luminotécnicos obtenidos del distribuidor del ala izquierda. _____ 479

Ilustración 86. Resultados luminotécnicos obtenidos de recepción. _____ 480

Ilustración 87. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto de contadores de agua y gas. 481

Ilustración 88. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto de instalaciones. _____ 482

Ilustración 89. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto del ascensor del ala derecha. 483

Ilustración 90. Resultados luminotécnicos obtenidos del vestíbulo de independencia del ala derecha. _____ 484

Ilustración 91. Resultados luminotécnicos obtenidos del almacén del sótano. _____ 485

Ilustración 92. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto del ascensor del ala izquierda. _____ 486

Ilustración 93. Resultados luminotécnicos obtenidos del vestíbulo de independencia del sótano del ala izquierda. _____ 487

Ilustración 94. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto de instalaciones del vehículo eléctrico. _____ 488

Ilustración 95. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de calderas. _____ 489

Ilustración 96. Resultados luminotécnicos obtenidos del vestíbulo de independencia de la sala de calderas. _____ 490

Ilustración 97. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto del grupo electrógeno. ____ 491

Ilustración 98. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto de instalaciones generales del edificio. _____ 492

Ilustración 99. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de maquinaria de incendios. 493

Ilustración 100. Resultados luminotécnicos obtenidos del pasillo de instalaciones. _____ 494

Ilustración 101. Resultados luminotécnicos obtenidos del vestíbulo de independencia del sótano del ala principal. _____ 495

Ilustración 102. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto de mantenimiento. _____ 496

Ilustración 103. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto del ascensor del ala principal. _____ 497

Ilustración 104. Resultados luminotécnicos obtenidos del garaje. _____ 498



Capítulo 1: Introducción y objetivos

1.1. Introducción y justificación del proyecto

El Trabajo de Fin de Grado (TFG) se ha basado en el diseño, dimensionado y cálculo de la instalación eléctrica de una residencia de estudiantes para deportistas de alto rendimiento en Segovia perteneciente a la Universidad de Valladolid (Uva). Además de la instalación eléctrica de la residencia de estudiantes, se han diseñado, dimensionado y calculado más instalaciones pertenecientes al edificio que se ha proyectado. Las cuales son:

- Sistema de solar térmica para ACS.
- Sistema de suministro de agua para el edificio.
- Sistema de protección contra incendios (PCI).
- Sistema de iluminación del edificio.
- Centro de transformación para el edificio.

Para la realización de este Trabajo de Fin de Grado, ha sido necesario antes de iniciar el diseño del edificio, pensar en algo que fuese necesario en la ciudad de Segovia, de tal manera, que después de investigar y pensar que sería necesario, me di cuenta, de que en la ciudad de Segovia no había ninguna residencia de estudiantes universitaria deportiva de alto rendimiento como ocurre en la ciudad de Valladolid, además, dicha residencia sería propiedad de Universidad de Valladolid, debido a que el principal objetivo de dicho edificio sería el alojamiento de estudiantes de la Universidad de Valladolid, los cuales, representarían a la Universidad de Valladolid en las diferentes competiciones universitarias que tendrían lugar durante el año

Además, hay que tener en cuenta que se tienen diferentes carreras universitarias o universidades en la ciudad de Segovia, pero no hay ninguna residencia de la universidad donde se puedan alojar dichos estudiantes, lo cual, sería una manera de mejorar las prestaciones de la Universidad de Valladolid.

Después, de encontrar una idea o empleo del edificio que se va a diseñar, lo siguiente que se ha realizado, es un estudio de las diferentes parcelas en las que poder construir dicha residencia, de tal manera, que después de ver los posibles emplazamientos que se podría emplear para la construcción de dicha residencia, se eligió una parcela o emplazamiento situado entre la Carretera de Palazuelos y la Avenida de Don Juan de Borbón y Batterberg.



Ilustración 1. Emplazamiento de la residencia universitaria.

Una de las razones o la más importante para la elección de dicho emplazamiento, ha sido la cercanía a los siguientes lugares, los cuales, son necesarios o fundamentales para el día a día de los residentes de la residencia:

- El complejo deportivo de la Albuera, en el cual, mediante un acuerdo con el Ayuntamiento de Segovia, los residentes podrán disfrutar de sus completas instalaciones para entrenar las diferentes disciplinas deportivas.
- La biblioteca pública de Segovia, en la cual, podrán utilizar sus instalaciones para estudiar al ser una biblioteca pública, aunque ya dispondrán de salas de estudio en la misma residencia, hay personas que le gusta estudiar fuera del edificio donde residen.
- El campus María Zambrano perteneciente a la Universidad de Valladolid, en el cual, cursarán sus estudios universitarios, además, en dicho campus María Zambrano también podrán quedarse estudiando o realizando trabajos grupales.
- Del centro histórico de la ciudad de Segovia, donde dispondrán de comercios, ocio o lugares para disfrutar de su tiempo libre.



Ilustración 2. Lugares necesarios cercanos a la residencia universitaria.

Con el emplazamiento del edificio decidido, se ha realizado una consulta para ver que instalaciones o servicios son necesarios en una residencia de estudiantes deportiva para el alojamiento, manutención, convivencia, desarrollo tanto intelectual como deportivo, además de otros servicios para poder disfrutar de su tiempo libre de la mejor forma posible. De tal manera, que la residencia contara con los siguientes servicios:

- Habitaciones con cuarto de baño en cada una de las habitaciones.
- Salas de estudio y salas comunes para la realización de trabajos individuales o grupales.
- Salas de audiovisuales y salas de ocio o juegos.
- Servicio de lavandería.
- Servicios de restauración como es el comedor de la residencia con cocina propia y cafetería, de tal manera, que los residentes tengan una alimentación adecuada, debido a que la alimentación es muy importante en los deportistas.
- Gimnasio, en el que podrán recuperarse después de los duros entrenamientos o para recuperarse de sus lesiones, vigilados por un equipo médico propio. Además, dispondrán de vestuarios en el gimnasio.
- Servicio médico y sala de rehabilitación.
- Dirección deportiva y sala para poder reunirse para planificar las actividades deportivas.
- Servicios de administración y consejería.

- Garaje, para que los residentes que quieran puedan dejar sus vehículos de forma segura.
- Servicios o instalaciones generales como son los ascensores, mantenimiento, limpieza, conserje durante las 24 horas del día, etc.

Con todos los servicios e instalaciones que son necesarias para el edificio de la residencia de estudiantes, el siguiente paso que se realiza es el diseño del edificio en 3D teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, para dicho diseño se emplea el programa informático Revit 2019 [67], el cual, sirve de mucha ayuda a la hora de sacar los distintos planos del edificio y tener una visión lo más real posible de cómo será el edificio que queremos proyectar.

Con el edificio diseñado se empieza a dimensionar y calcular las diferentes instalaciones de las que dispondrá el edificio, empezando por la instalación eléctrica del edificio, para lo cual, se comienza realizando una previsión de cargas del edificio y definiendo el tipo de uso, de tal manera, que se define el edificio como local de pública concurrencia, teniendo en cuenta todas las prescripciones necesarias a tener en cuenta a la hora de dimensionar y diseñar la instalación eléctrica del edificio según ITC-BT-28 [1]. Además, con la previsión de cargas del edificio, se considera necesario tanto la construcción de un centro de transformación y la necesidad de disponer de un grupo electrógeno, además de otras cosas como son la elección de conductores, tipos de instalación, caídas de tensión, esquema de distribución, sistema de puesta a tierra del edificio, etc., que en la memoria descriptiva se podrán ver.

Para el diseño de la instalación eléctrica del edificio se han tenido en cuenta las diferentes Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) [1] y las diferentes normativas vigentes en la actualidad como pueden ser las normas UNE, entre otras.

Con el diseño de la instalación eléctrica, lo siguiente ha sido el dimensionado la iluminación interior, en dicho dimensionado, se ha tenido en cuenta que al ser un edificio de nueva construcción se han de cumplir las normativas pertinentes para que se trate de un edificio energéticamente eficiente, sobre todo, se ha realizado teniendo en cuenta la normativa vigente marcado por Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HE3 Ahorro de energía: Condiciones de las instalaciones de iluminación (CTE DB HE3) [6] y la norma UNE-EN 12464-1: Iluminación en los lugares de trabajo [22], que gracias a las normativas mencionadas anteriormente, se ha realizado dicho dimensionado cumpliendo con todo lo que dichas normativas establecen.

Con el diseño de la instalación eléctrica definido, se realiza el dimensionado y cálculos de la aparamenta eléctrica en diferentes cuadros o subcuadro que componen la instalación eléctrica del edificio, además de los calibres y las secciones de los conductores y tubos que se van a emplear, la puesta tierra, etc., para ello, se emplea el programa informático DMelect 2009, en concreto, CIEBT [71], de tal manera, que se tienen el dimensionado de la instalación en cumplimiento con las diferentes normativas vigentes.

Con la instalación eléctrica realizada, el siguiente paso, es la realización de otras instalaciones que componen el edificio, de tal manera, que se realiza el dimensionado, diseño y cálculo del sistema de captación solar térmica, dicho sistema se realiza según la normativa marcada por el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HE4: Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria (CTE DB HE4) [6], además para la realización de dicho sistema se emplea el programa informático CYPE, en concreto el CYPECAD MEP [69], de tal manera, que se consiga un edificio eficiente energéticamente, que en definitiva es lo que se quiere conseguir con la normativa anteriormente citada.

También es importante, tener en cuenta la seguridad contra incendios y sus respectivos sistemas, por lo que se realiza el dimensionado y cálculo de las instalaciones del sistema de protección contra incendios (PCI), para ello seguimos la prescripciones que marca el Código Técnico de la Edificación en sus Documentos Básicos SI: Seguridad en caso de incendio (CTE DB SI) [5], además para la realización del sistema ante incendios incluyendo el cálculo hidráulico de la instalación contra incendio se emplea el programa informático CYPE, en concreto CYPECAD MEP [69], con dicho programa se han calculado la composición de los diferentes muros de las particiones del edificio, instalaciones especiales, puertas de seguridad, caminos de evacuación, elementos necesarios para la protección contra incendios y la evacuación e iluminación de emergencia necesaria, etc. para que todo esté en concordancia con lo dispuesto en la normativa anteriormente citada.

Además de las instalaciones mencionadas anteriormente, también se han realizado la instalación de suministro de agua al edificio y el dimensionado del sistema de ventilación del garaje del edificio, todo ello siguiente con las normativas del Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HS Salubridad (CTE DB HS) [7], y con el empleo del programa CYPE, en concreto CYPECAD MEP, con el que se han calculado, elementos y sus dimensiones, diámetros de los tubos, etc.

Con todas las instalaciones dimensionadas, como se trata de un edificio de oficina técnica, se han realizado el pliego de condiciones técnicas de las

diferentes instalaciones en conjunto y el estudio básico de seguridad, los dos documentos son de alta importancia en un proyecto de este tipo.

Otro de los documentos importantes en este tipo de proyectos, es el documento de mediciones y presupuestos, en el cual, se pueden observar el coste total de la construcción del edificio proyectado, para ello se ha empleado el visionado de los diferentes catálogos comerciales o tarifas para ver poder elegir el mejor producto o el producto que cumpliera con lo marcado en la memoria entre diferentes marcas, para de esta manera poder comparar y elegir el que nos dé un mejor equilibrio entre precio – calidad para conseguir que el coste total de la construcción del edificio proyectado sea el mejor posible o lo más parecido a lo que sería en la vida real.

Con todo esto, el Trabajo de Fin de Grado estaría realizado de la manera más real posible, lo cual será de mucha ayuda a la hora de comenzar la andadura por el mundo laboral de la oficina técnica.

1.2. Objetivos

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es el diseño de un proyecto para la instalación eléctrica destinada a una residencia de estudiantes situada en la localidad de Segovia. Además, en dicho TFG se van a diseñar instalaciones adicionales como son la instalación de suministro de agua, instalación del sistema de captación solar térmica para ACS, instalación del sistema de protección contra incendios del edificio, todo ello, mediante el empleo de diferentes softwares de simulación y cálculo, y cumpliendo con las diferentes normativas vigentes según sea la casuística de la instalación que se deba proyectar.

De tal manera, que los objetivos que se quieren conseguir con dicho trabajo de fin de grado son:

- Diseñar un edificio, basándose en las necesidades de la ciudad e investigar un buen emplazamiento, teniendo en cuenta lo necesario para el desarrollo del proyecto.
- Realización de un Trabajo de Fin de Grado lo más real posible de un proyecto de oficina técnica, lo cual, será muy útil en el futuro desarrollo profesional.
- Aprendizaje y familiarización con las diferentes normativas y legislaciones vigentes que atañen a un proyecto de oficina técnica, además de saber realizar una buena interpretación de esa normativa para poder plasmarla

en las diferentes justificaciones necesarias durante el desarrollo de dicho Trabajo de Fin de Grado.

- Aprendizaje, familiarización y manejo de los diferentes softwares que se emplearan en un futuro laboral próximo, los cuales, sirven para ayudar durante el desarrollo del Trabajo de Fin de Grado.
- Aplicar los conocimientos teóricos aprendidos durante los estudios en un caso lo más real posible.
- Aprender a diseñar edificios eficientes energéticamente, uno de los matices que están emergiendo de manera severa en los últimos años.
- Aprender a realizar los diferentes documentos que componen un proyecto de oficina técnica.
- Realizar un estudio de mercado entre las diferentes marcas, para de esta manera realizar un presupuesto lo más ajustado posible, además, de familiarizarse con los distintos componentes y sus catálogos comerciales, una de las cosas que más se va a emplear durante el desarrollo profesional en el mundo laboral.
- Mejorar la capacidad para interpretar y encontrar soluciones ingenieriles a los diferentes problemas que se pueden encontrar a la hora de la redacción de un proyecto de este tipo.

1.3. Estructura del proyecto

Dicho trabajo de fin de grado se compone de las siguientes partes o apartados que componen un proyecto real, las cuales son:

- Memoria descriptiva de las diferentes instalaciones que se van a desarrollar, las cuales, se encuentran divididas en diferentes capítulos.
- Pliego de condiciones.
- Estudio básico de seguridad y salud.
- Presupuesto y mediciones.
- Anexos, dentro de dicho apartado se encuentra:
 - ✓ Cálculos justificativos eléctricos.
 - ✓ Dimensionado y cálculo de la iluminación interior.
 - ✓ Cálculo y justificación del sistema de captación solar para ACS del edificio a proyectar.
 - ✓ Instalación para suministro de agua, tanto cálculos como dimensionado.
 - ✓ Cálculo de los sistemas de protección contra incendios (PCI).
 - ✓ Cálculo justificativos del centro de transformación.

En el capítulo 2 se va a explicar la instalación eléctrica del edificio a proyectar desde la descripción del edificio a proyectar y de las instalaciones eléctricas,

hasta el tipo de conductores, tipo de instalación, esquemas elegidos, iluminación interior seleccionada, etc., además de justificar las diferentes elecciones adoptadas en cada una de las casuísticas que han surgido durante la elaboración del proyecto, todas ellas con cumplimiento de las normativas vigentes.

En el capítulo 3 se va a explicar más en detalle el centro de transformación que se ha elegido, y las diferentes partes del centro de transformación, justificando siempre que sea necesario las diferentes elecciones.

En el capítulo 4 se va a describir y justificar el sistema de captación solar térmica, en el cual, se va a explicar las diferentes partes de dicho sistema, incluyendo elementos que lo componen y cuáles han sido elegidos, todo ello, siempre cumpliendo con el documento básico de ahorro de energía del código técnico de la edificación (CTE DB HE 4 “Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria”) [6], debido a que se quiere realizar un edificio eficiente energéticamente.

En el capítulo 5, se describe la instalación o sistemas de protección contra incendios, además de las justificaciones de la elección del número de elementos de seguridad y su colocación, dimensionado de la estructura como los muros, puertas, etc., sistemas contra incendios, todo ello, cumpliendo con la normativa marcada por el código técnico de la edificación en el documento básico de seguridad en caso de incendios (CTE DB SI) [5].

En el capítulo 6 se encuentra el pliego de condiciones técnicas, en el cual, se van a explicar las responsabilidades del instalador o instaladores, director de obra, promotor, contratistas y subcontratistas, además, se va a explicar la forma de ejecución de las diferentes instalaciones y las responsabilidades de cada uno de los implicados en las diferentes tareas.

En el capítulo 7 se encuentra el estudio de básico de seguridad y salud, donde se recogen las medidas preventivas para cada una de las actuaciones pertinentes, además se explica los equipos de protección individual que son necesarios para cada una de las actividades a realizar.

En el capítulo 8 se encuentra el presupuesto y mediciones se encuentra todos los costes de la obra a realizar, incluyendo conceptos o elementos y actividades de forma desglosada, además en dicho documento se puede ver el material total que sería necesario para la realización de las diferentes instalaciones de la obra a proyectar



Al finalizar el proyecto se encuentran los diferentes anexos del Trabajo de Fin de Grado desarrollado, en los cuales, se encuentran los cálculos justificativos de los capítulos anteriormente mencionado, además del anexo de planos, en el cual, se puede ver de manera gráfica todas las instalaciones de lo que se ha redactado durante todo el Trabajo de Fin Grado.



Capítulo 2. Memoria descriptiva de la instalación eléctrica

2.1. Introducción

El presente capítulo del Trabajo de Fin de Grado tiene por objeto la descripción de la instalación eléctrica del edificio a proyectar, además de dar cumplimiento al Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión [1] y otras normativas, mediante el diseño y cálculos justificados de la instalación eléctrica de un edificio destinado a una residencia de estudiantes de deportistas de alto nivel.

El propietario del inmueble será la Universidad de Valladolid, con C.I.F G-7382056, con sede en la Plaza Santa Cruz, nº8, de la ciudad de Valladolid con código postal 47002.

El autor del proyecto es Pedro Martín Díaz, alumno de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid.

2.2. Situación y emplazamiento de la obra

El edificio estará situado como se puede observar en el plano nº1: situación geográfica del anexo de planos en:

- Dirección: Carretera Palazuelos Sector A parcela AC-34.
- Parcela: AC-34.
- Provincia: Segovia.
- Población: Segovia.
- Código postal: 40004
- Referencia catastral: 7325201VL0372N0001LH.

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE	
Referencia catastral	7325201VL0372N0001LH  
Localización	CR PALAZUELOS Suelo SECTOR A PARCELA AC-34 40004 SEGOVIA (SEGOVIA)
Clase	Urbano
Uso principal	Suelo sin edif.

Ilustración 3. Datos descriptivos del inmueble según catastro.



Ilustración 4. Datos de la parcela catastral según catastro.

2.3. Justificación y prescripciones para un local de pública concurrencia

Según la ITC-BT-28 [1], los locales de reunión, trabajo y usos sanitarios como es considerada un edificio destinado a una residencia de estudiantes, dicha instrucción técnica complementaria:

“Si la ocupación prevista es de más de 50 personas, se considera al edificio como “local de pública concurrencia”, de tal manera, que se adoptaran las normativas vigentes para este tipo de clasificación.

Para el cálculo de la ocupación prevista de los locales se ha calculado según ITC-BT-28, es decir, considerando 1 persona por cada 0,8 m² de superficie útil, a excepción de pasillos, repartidores, vestíbulos y servicios, de tal manera, que nos queda:

$$2201,26 \text{ m}^2 \cdot 0,8 \text{ persona/m}^2 = 1761,008 \text{ personas} > 50 \text{ personas}$$

Al ser considerado como local de pública concurrencia según ITC-BT-28 [1], se cumplirán con las siguientes prescripciones generales:

- El cuadro general de distribución o cuadro general de baja tensión ira colocado en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida, colocándose sobre dicho cuadro los dispositivos de mando y protección establecidos en la ITC-BT-17 [1], de tal manera, que se tomaran las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando y protección citados anteriormente no sean accesibles al público en general, de tal manera, que dicho cuadro ira colocado en un cuarto especial al que solo tendrá acceso el personal de mantenimiento cualificado.

- Del cuadro general de distribución o cuadro general de baja tensión van a salir las líneas que alimentan tanto a los aparatos receptores que se conectan directamente a dicho como las líneas generales de distribución que irán a los cuadros secundarios o subcuadros de las diferentes estancias del edificio, siempre teniendo en cuenta, que los aparatos receptores que tengan un consumo mayor de 16 A estarán alimentados desde el cuadro general de distribución del edificio o desde los subcuadros mencionados anteriormente.
- Tanto el cuadro general de distribución como los cuadros secundarios estarán instalados en lugares a los que no tenga acceso el público, además de estar separados de los locales con riesgo de incendio o de pánico, para cumplir con la separación anteriormente citada se emplearán elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras de incendio.
- Tanto en el cuadro general como en los cuadros secundarios, se dispondrá de una placa identificadora para poder identificar cada uno de los circuitos con facilidad.
- En las estancias del edificio en el que se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar será tal que el corte de corriente en cualquiera de ellas no afectara a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en dichas estancias del edificio.
- Las canalizaciones se harán según lo dispuesto en las ITC-BT-19 [1] e ITC-BT-20 [1], y estarán constituidas por:
 - ✓ Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, irán colocadas bajo tubos o canales protectores, preferentemente empotrados en especial en zonas accesibles al público.
 - ✓ Conductores aislados, de tensión no inferior a 450/750 V, con cubierta de protección, colocados en los huecos de construcción, los cuales, estarán contruidos en materiales incombustibles de resistencia al fuego RF-120, como mínimo.
 - ✓ Conductores rígidos aislados, de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, armados, irán colocados directamente sobre las paredes.
- Los cables eléctricos que se van a emplear en las instalaciones eléctricas del edificio de tipo general, y los empleados en el conexionado interior de los cuadros eléctricos, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, según la norma UNE 21.123 parte 4 o 5 [24], o la norma UNE 21.1002 [25]. Además, los cables que estén destinados a circuitos de seguridad no autónomos o a circuitos de servicio con fuentes autónomas centralizadas estarán previsto para mantener el servicio durante y después del incendio siendo conformes a las especificaciones de la norma UNE-EN 50.200 [26], y tendrán emisión de humos y opacidad reducida.

Al ser un local de pública concurrencia según la ITC-BT-28 [1], se dispondrá de un sistema de generación independiente por si hubiera un fallo de alimentación, es decir, un grupo electrógeno, el cual, se describirá más adelante del presente capítulo, pero se tendrán en cuenta las siguientes normas:

- El grupo electrógeno estará situado en un emplazamiento adecuado, en el cual, solamente podrá acceder personas cualificadas o expertas.
- El emplazamiento o estancia en la que se encuentre el grupo electrógeno, estará convenientemente ventilado, de tal forma, que los gases y los humos que se produzcan no puedan afectar ni propagarse a los locales accesibles a las personas.
- El grupo electrógeno únicamente se empleará en caso de emergencia, debido a que solamente existirá este servicio de emergencia ante la ausencia de servicio.
- El grupo electrógeno será capaz de mantener un servicio mayor del 50% de la potencia total contratada para el suministro total, por lo tanto, se tendrá un tipo de suministro duplicado.

Además, al ser considerado el edificio como local de pública concurrencia se dispondrá de alumbrado de emergencia, siguiendo las siguientes prescripciones:

- El alumbrado de emergencia que se empleara para evacuación, tendrá el objetivo de garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación de las diferentes estancias del edificio estén o no ocupadas, para ello, proporcionaran, a nivel del suelo y el eje de los pasos principales, un a iluminancia horizontal mínima de 1 lux. Siempre que dicho alumbrado de emergencia se encuentre en las estancias de protecciones de incendios y en los cuadros de distribución o subcuadros, la iluminancia mínima que proporcionará será de 5 lux. Siempre teniendo en cuenta, que la relación entre iluminancia máxima y mínimo en el eje de los pasos principales será menor de 40, y tendrán un funcionamiento desde el fallo mínimo de una hora.
- El alumbrado de emergencia ambiente o antipánico que se empleara para evitar todo riesgo de pánico, y proporcionar una iluminancia ambiente adecuada, para poder permitir a las personas que se encuentren en las diferentes estancias del edificio identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar, proporcionaran una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux, desde el suelo hasta una altura mínima de un metro. Siempre teniendo en cuenta, que la relación entre la iluminancia máxima y mínima en todo el espacio considerado será menor de 40, y tendrán un funcionamiento desde el fallo, mínimo de una hora.

- El alumbrado de emergencia que se empleara en zonas de alto riesgo garantizara la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajen en un entorno peligroso, dichas luminarias proporcionarán una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal. Siempre teniendo en cuenta, que la relación entre la iluminancia máxima y mínima en todo el espacio considerado será menor de 10, y tendrán un funcionamiento mínimo del tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.
- Las luminarias de emergencia se colocarán como mínimo en las siguientes estancias o zonas del edificio:
 - ✓ En todas las estancias del edificio cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
 - ✓ En los recorridos de evacuación del edificio que este previsto la evacuación de más de 100 personas.
 - ✓ En los aseos generales de cada una de las plantas o zonas del edificio.
 - ✓ En los estacionamientos cerrados como en el garaje del edificio, debido a que dispone de más de 5 plazas de aparcamiento, se incluirán los pasillos y escaleras que conducen hasta el aparcamiento.
 - ✓ En las estancias que disponga en su interior de equipos generales de las instalaciones de protección.
 - ✓ En salidas de emergencia del edificio y en las diferentes señales de seguridad que están dispuestas por el edificio.
 - ✓ En los cambios de dirección y en todas las intersecciones de las diferentes rutas de evacuación del edificio.
 - ✓ Cerca de las escaleras, de cada cambio de nivel que se encuentre en el edificio, de cada puesto de primeros auxilios y de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.

2.4. Legislación y normativa vigente

La normativa aplicada ha sido la siguiente:

- REBT-2002. Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias [1].
- UNE 20460 - 4 - 45. Instalaciones eléctricas en edificios. Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las bajadas de tensión [8].
- UNE - EN 60228:2005. Conductores de cables aislados [9].
- UNE 60598. Luminarias [10].
- UNE 20460-4-45:1990. Instalaciones eléctricas en edificios. Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las bajadas de tensión [11].

- UNE HD 60364-5-52. Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones [12].
- UNE 20-434-90. Sistema de designación de cables [13].
- UNE 20-435-90. Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensión de 1 a 30 kV [14].
- UNE 20-460-90. Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protecciones contra las sobreintensidades [15].
- UNE 20-460-90. Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección [16].
- EN-IEC 60 947-2:1996. Aparata de baja tensión. Interruptores automáticos [17].
- EN-IEC 60 947-2:1996. Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual [18].
- EN-IEC 60 947-3:1999. Aparata de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles [19].
- EN-IEC 60 269-1. Fusibles de baja tensión [20].
- EN 60 898. Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades [21].
- Documento Básico HE 3. Condiciones de las instalaciones de iluminación [6].
- Norma UNE - EN 12464 - 1 Iluminación de los lugares de trabajo, Parte 1: Lugares de trabajo en interiores [22].
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, el anexo IV Iluminación de los lugares de trabajo [23].

2.5. Descripción del edificio, la actividad y sus emplazamientos

El edificio estará destinado a una residencia universitaria para estudiantes de la universidad de Valladolid, dicho edificio será de nueva construcción, el cual, tendrá tres alturas sobre el nivel del suelo, y una altura bajo el nivel del suelo, cumpliendo con las normativas vigentes.

La actividad del edificio será el alojamiento de estudiantes deportistas de alto rendimiento que representen a la universidad de Valladolid en diferentes disciplinas deportivas como pueden ser atletismo, fútbol, tenis, etc., de tal manera, que el edificio se situara en una parcela junto a la ciudad deportiva de la Albuera, la cual, dispone de las instalaciones necesarias para el entrenamiento de los residentes, que mediante un acuerdo con la universidad dejara que los residentes disfruten de dichas instalaciones para que se entrenen de la mejor manera posible.

Además, el edificio dispondrá de gimnasio y un servicio médico para que los residentes puedan entrenar de forma específica y recuperarse después de cada competición con personal profesional cualificado, que serán los encargados de que los residentes desarrollen sus cualidades deportivas de la mejor forma posible y correctamente.

El edificio contara con su propia cocina y comedor con un personal especializado en nutrición deportiva para que los residentes tengan una alimentación adecuada y cuidada.

Como tan importante es la preparación deportiva como la intelectual, el edificio dispondrá en las plantas superiores de sala de estudio, sala de trabajos y diferentes servicios para que los residentes se desarrollen intelectualmente de una forma adecuada. Y en dichas plantas se dispondrán las habitaciones, las cuales, estarán preparadas para que los residentes tengan un adecuado descanso.

El edificio se encontrará distribuido de la siguiente forma:

- Las plantas segunda y primera, estará destinada para el alojamiento de los estudiantes que residan en la residencia, en cada una de las plantas se dispondrá de un total de 25 habitaciones, de las cuales, 24 serán habitaciones dobles y 1 será habitación simple, todas ellas, contarán con su respectivo baño. Además, cada una de las plantas dispondrá de servicios como sala de audiovisuales, lavandería, sala de juegos, sala de trabajos y sala de estudio para mejorar la convivencia y el bienestar de los residentes.
- En la planta baja, se dispondrán de los servicios de restauración, administración y gimnasio. De tal manera, que los estudiantes que residan en la universidad puedan realizar ejercicio
- En la planta sótano, se dispondrá de un garaje comunitario para los residentes, además de los cuartos de las diferentes instalaciones del edificio.

El edificio dispondrá de un centro de transformación de abonado, debido, a la gran potencia que demandará, el cual, estará situado en el exterior del edificio, pero dentro de la parcela del edificio.

El aforo máximo será de la siguiente manera:

- 100 residentes.
- 45 trabajadores entre los servicios de restauración, administración, consejería, mantenimiento y monitores deportivos.

- 90 visitantes, debido a la capacidad de las instalaciones comunes.

De tal manera, que el aforo máximo será de 235 personas.

A continuación, se puede observar desglosado las diferentes áreas o estancias, y sus respectivas superficies:

Planta segunda:

Estancia	S (m ²)
Habitaciones dobles izquierda	24
Habitaciones dobles derecha	24
Habitación simple	20
Baño habitaciones	3,59
Sala audiovisuales	45,46
Sala de estudio	81,75
Sala de trabajos	71,99
Sala de juegos	49,98
Cuarto teleco	11,89
Cuarto instalaciones solar térmica	23,39
Cuarto usos varios	43,35
Cuarto instalaciones varias	11,23
Lavandería	20,21
Almacén lavandería	13,89
Cuarto de limpieza	6,51
Escalera ala derecha	21,31
V.I. ala derecha	6,82
Distribuidor ala derecha	21,31
Distribuidor ala principal	117,11
Escalera emergencia	14,83
Escalera ala principal	18,88
Distribuidor ala izquierda	59,32
V.I. ala izquierda	10,78
Escalera ala izquierda	15,52
TOTAL PLANTA SEGUNDA:	1476,46

Tabla 1. Distribución y superficies de la planta segunda del edificio.

Planta primera:

Estancia	S (m ²)
Habitaciones dobles izquierda	24
Habitaciones dobles derecha	24
Habitación simple	20
Baño habitaciones	3,59
Sala audiovisuales	45,46
Sala de estudio	81,75
Sala de trabajos	85,40

Sala de juegos	95,51
Sala de reuniones	24,79
Cuarto instalaciones varias	11,23
Lavandería	20,21
Almacén lavandería	13,89
Cuarto de limpieza	6,51
Escalera ala derecha	21,31
V.I. ala derecha	6,82
Distribuidor ala derecha	62,38
Distribuidor ala principal	117,11
Escalera emergencia	14,83
Escalera ala principal	18,88
Distribuidor ala izquierda	59,32
V.I. ala izquierda	59,32
Escalera ala izquierda	15,52
TOTAL PLANTA PRIMERA:	1476,46

Tabla 2. Distribución y superficies de la planta primera del edificio.

Planta baja:

ESTANCIA	S (m ²)
Cocina	55,62
Despensa	17
Cámara frigorífica	8,69
V.I. cocina	3,41
Vestuario cocina femenino	14,78
Vestuario cocina masculino	14,33
Comedor residencia	281,72
Cafetería	107,42
Aseo cafetería masculino	10,09
Aseo cafetería femenino	17,69
Almacén cafetería	9,38
Almacén consejería	10,32
Archivo administración	6,87
Despacho dirección	24,85
Despachos administración	21,54
Dirección deportiva	24,37
Consejería	9,98
Sala de reuniones	22,46
Sala de reuniones deportivas	36,14
Gimnasio	219,93
Almacén gimnasio	17,07
Sala medica	29,50
Sala de rehabilitación	26,30
Vestuario gimnasio femenino	32,56
Vestuario gimnasio masculino	32,22

Cuarto de contador de agua y gas	9,01
Cuarto instalaciones varias	13,87
Distribuidor ala derecha	96,40
Distribuidor ala izquierda	115,09
Recepción	92,11
Escalera ala derecha	21,31
Escalera emergencia	14,83
Escalera ala principal	18,88
Escalera ala izquierda	15,52
TOTAL PLANTA BAJA:	1476,46

Tabla 3. Distribución y superficies de la planta baja del edificio.

Planta sótano:

ESTANCIA	S (m ²)
Almacén garaje	78,14
Cuarto ascensor ala derecha	9,31
Cuarto ascensor ala izquierda	10,11
Cuarto ascensor ala principal	8,64
Cuarto grupo electrógeno	33,16
Cuarto instalaciones generales del edificio	19,63
Cuarto instalaciones vehículo eléctrico	22,14
Sala maquinaria incendios	16,78
Cuarto mantenimiento	21,37
Pasillo instalaciones	27,22
Sala de caldera	31,75
V.I. sala de caldera	8,57
V.I. ala derecha	22,19
V.I. ala izquierda	14,07
V.I. ala principal	24,16
Garaje	1057,93
Escalera ala derecha	21,31
Escalera emergencia	14,83
Escalera ala principal	18,88
Escalera ala izquierda	15,52
TOTAL SOTANO:	1476,46

Tabla 4. Distribución y superficies de la planta baja del edificio.

La superficie total del edificio será de 6985,84 m².

2.6. Previsión de cargas

Se trata del primer paso que se ha realizado para el diseño de la instalación eléctrica del edificio, de tal manera, que para este cálculo de las cargas del edificio se ha tenido en cuenta los diferentes elementos con sus respectivas potencias del edificio a proyectar.

De tal manera, que la potencia total instalada en el edificio será de 299431 W, repartida de la siguiente manera entre las plantas de edificio:

- Planta segunda: 66994 W
- Planta primera: 64534 W.
- Planta baja: 109008 W.
- Planta sótano: 58895 W.

De tal forma que se tendrán:

- Potencia total alumbrado: 35211 W.
- Potencia total de fuerza: 264220 W.
- Potencia máxima admisible: 320350,72 W.

2.6.1. Cuadro general de distribución

Cuadro secundario planta segunda (CS.P2)	66994 W
Cuadro secundario planta primera (CS.P1)	64534 W
Cuadro secundario planta sótano (CS.P-1)	58895 W
Cuadro secundario punto recarga vehículo eléctrico (CS.VEH.ELE)	22000 W
Cuadro secundario oficinas (CS.OFI)	7180 W
Cuadro secundario gimnasio (CS.GIM)	9732 W
Cuadro secundario restauración (CS.RES)	66432 W
Alumbrado zonas comunes planta baja 1 (C1.AL.ZC.PB.1)	600 W
Alumbrado zonas comunes planta baja 2 (C2.AL.ZC.PB.2)	624 W
Alumbrado zonas comunes planta baja 3 (C3.AL.ZC.PB.3)	600 W
Emergencias zonas comunes planta baja 1 (C4.EM.ZC.PB.1)	80 W
Emergencias zonas comunes planta baja 2 (C5.EM.ZC.PB.2)	88 W
Emergencias zonas comunes planta baja 3 (C6.EM.ZC.PB.3)	72 W
Emergencias zonas comunes planta baja 4 (C7.EM.ZC.PB.4)	88 W
Alumbrado cuarto servicio planta baja (C8.AL.ZS.PB)	300 W
Emergencias cuartos servicios planta baja (C9.EM.ZS.PB)	24 W
Alumbrado exterior aparcamiento (C10.AL.EXT.APAR)	216 W
Alumbrado exterior entrada (C11.AL.EXT.ENT)	216 W
Alumbrado exterior patio interior (C12.AL.EXT.PAT)	324 W
Alumbrado exterior zona ala derecha (C13.AL.EXT.DER)	216 W
Alumbrado exterior zona ala izquierda (C14.AL.EXT.IZQ)	216 W
TOTAL:	299431 W

Tabla 5. Potencias del cuadro general del edificio.

Como resumen de potencias en el cuadro principal se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 35211 W.
- Potencia instalada fuerza: 264220 W.
- Potencia máxima admisible: 320350,72 W.

2.6.2. Subcuadro general de la planta segunda

Cuadro secundario habitaciones ala derecha planta segunda (CS.DCHA.P2)	22896 W
Cuadro secundario habitaciones ala izquierda planta segunda (CS.IZQ.P2)	24804 W
Cuadro secundario lavandería planta segunda (CS.LAV.P2)	5610 W
Alumbrado zonas comunes planta segunda 1 (C1.AL.ZC.P2.1)	504 W
Alumbrado zonas comunes planta segunda 2 (C2.AL.ZC.P2.2)	480 W
Alumbrado zonas comunes planta segunda 3 (C3.AL.ZC.P2.3)	456 W
Emergencias zonas comunes planta segunda 1 (C4.EM.ZC.P2.1)	88 W
Emergencias zonas comunes planta segunda 2 (C5.EM.ZC.P2.2)	96 W
Emergencias zonas comunes planta segunda 3 (C6.EM.ZC.P2.3)	72 W
Alumbrado salas comunes planta segunda 1 (C7.AL.SC.P2.1)	590 W
Alumbrado salas comunes planta segunda 2 (C8.AL.SC.P2.2)	578 W
Alumbrado salas comunes planta segunda 3 (C9.AL.SC.P2.3)	506 W
Emergencias salas comunes planta segunda (C10.EM.SC.P2)	48 W
Alumbrado cuartos servicios planta segunda (C11.AL.CS.P2)	550 W
Emergencias cuarto servicios planta segunda (C12.EM.CS.P2)	24 W
Tomas de corriente telecomunicaciones (C13.TC)	2000 W
Tomas de corriente sala otros usos planta segunda (C14.TC)	2000 W
Tomas de corriente sala de trabajos planta segunda (C15.TC)	2000 W
Tomas de corriente sala de estudio planta segunda (C16.TC)	2000 W
Tomas de corriente sala de juegos planta segunda (C17.TC)	1700 W
TOTAL:	66994 W

Tabla 6. Potencias del subcuadro general de la planta segunda.

Como resumen de potencias en el subcuadro de la planta segunda se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 9184 W.
- Potencia instalada fuerza: 57810 W.

2.6.3. Subcuadro habitaciones ala derecha planta segunda

Cuadro secundario habitación 26 (CS.H26)	1908 W
Cuadro secundario habitación 27 (CS.H27)	1908 W
Cuadro secundario habitación 28 (CS.H28)	1908W
Cuadro secundario habitación 29 (CS.H29)	1908 W
Cuadro secundario habitación 30 (CS.H30)	1908 W
Cuadro secundario habitación 31 (CS.H31)	1908 W
Cuadro secundario habitación 32 (CS.H32)	1908 W
Cuadro secundario habitación 33 (CS.H33)	1908 W
Cuadro secundario habitación 34 (CS.H34)	1908 W
Cuadro secundario habitación 35 (CS.H35)	1908 W
Cuadro secundario habitación 36 (CS.H36)	1908 W
Cuadro secundario habitación 37 (CS.H37)	1908 W
TOTAL:	22896 W

Tabla 7. Potencias del subcuadro habitaciones ala derecha planta segunda.

Como resumen de potencias en el subcuadro de las habitaciones del ala derecho de la planta segunda se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 2496 W.
- Potencia instalada fuerza: 20400 W.

2.6.4. Subcuadro habitaciones ala izquierda planta segunda

Cuadro secundario habitación 50 (CS.H50)	1908 W
Cuadro secundario habitación 49 (CS.H49)	1908 W
Cuadro secundario habitación 48 (CS.H48)	1908W
Cuadro secundario habitación 47 (CS.H47)	1908 W
Cuadro secundario habitación 46 (CS.H46)	1908 W
Cuadro secundario habitación 45 (CS.H45)	1908 W
Cuadro secundario habitación 44 (CS.H44)	1908 W
Cuadro secundario habitación 43 (CS.H43)	1908 W
Cuadro secundario habitación 42 (CS.H42)	1908 W
Cuadro secundario habitación 41 (CS.H41)	1908 W
Cuadro secundario habitación 40 (CS.H40)	1908 W
Cuadro secundario habitación 39 (CS.H39)	1908 W
Cuadro secundario habitación 38 (CS.H38)	1908 W
TOTAL:	24804 W

Tabla 8. Potencias subcuadro habitaciones ala izquierda de la planta segunda.

Como resumen de potencias del subcuadro de las habitaciones del ala izquierda de la planta segunda se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 2704 W.
- Potencia instalada fuerza: 22100 W.

2.6.5. Subcuadro lavandería planta segunda

Lavadora 1 (C1.LAV.1)	670 W
Lavadora 2 (C2.LAV.2)	670 W
Lavadora 3 (C3.LAV.3)	670 W
Secadora 1 (C4.SEC.1)	1800 W
Secadora 2 (C5.SEC.2)	1800 W
TOTAL:	5610 W

Tabla 9. Potencias del subcuadro de la lavandería de la planta segunda.

Como resumen de potencias en el subcuadro de la lavandería de la planta segunda se tiene que:

- Potencia instalada fuerza: 5610 W.

2.6.6. Subcuadros habitaciones planta segunda

Alumbrado habitación (C1.AL.HXX)	200 W
Emergencias habitación (C2.EM.HXX)	8 W
Tomas de corriente habitación (C3.TC.HXX)	1700 W
TOTAL:	1908 W

Tabla 10. Potencias de los subcuadros de las habitaciones de la planta segunda.

Como resumen de potencias del subcuadro de cada una de las diferentes habitaciones de la planta segunda se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 208 W.
- Potencia instalada fuerza: 1700 W.

2.6.7. Subcuadro planta primera

Cuadro secundario habitaciones ala derecha planta primera (CS.DCHA.P1)	22896 W
Cuadro secundario habitaciones ala izquierda planta primera (CS.IZQ.P1)	24804 W
Cuadro secundario lavandería planta primera (CS.LAV.P1)	5610 W
Alumbrado zonas comunes planta primera 1 (C1.AL.ZC.P1.1)	504 W

Alumbrado zonas comunes planta primera 2 (C2.AL.ZC.P1.2)	480 W
Alumbrado zonas comunes planta primera 3 (C3.AL.ZC.P1.3)	456 W
Emergencias zonas comunes planta primera 1 (C4.EM.ZC.P1.1)	80 W
Emergencias zonas comunes planta primera 2 (C5.EM.ZC.P1.2)	96 W
Emergencias zonas comunes planta primera 3 (C6.EM.ZC.P1.3)	72 W
Alumbrado salas comunes planta primera 1 (C7.AL.SC.P1.1)	678 W
Alumbrado salas comunes planta primera 2 (C8.AL.SC.P1.2)	622 W
Alumbrado salas comunes planta primera 3 (C9.AL.SC.P1.3)	622 W
Emergencias salas comunes planta primera (C10.EM.SC.P1)	48 W
Alumbrado cuartos servicios planta primera (C11.AL.CS.P1)	150 W
Emergencias cuarto servicios planta primera (C12.EM.CS.P1)	16 W
Tomas de corriente sala de trabajos planta primera (C13.TC)	2000 W
Tomas de corriente sala de estudio planta primera (C14.TC)	2000 W
Tomas de corriente sala de juegos planta primera (C15.TC)	1700 W
Tomas de corriente sala reuniones planta primera (C16.TC)	1700 W
TOTAL:	64534 W

Tabla 11. Potencias del subcuadro general de la planta primera.

Como resumen de potencias del subcuadro general de la planta primera se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 9024 W.
- Potencia instalada fuerza: 55510 W.

2.6.8. Subcuadro habitaciones ala derecha planta primera

Cuadro secundario habitación 1 (CS.H1)	1908 W
Cuadro secundario habitación 2 (CS.H2)	1908 W
Cuadro secundario habitación 3 (CS.H3)	1908W
Cuadro secundario habitación 4 (CS.H4)	1908 W
Cuadro secundario habitación 5 (CS.H5)	1908 W
Cuadro secundario habitación 6 (CS.H6)	1908 W
Cuadro secundario habitación 7 (CS.H7)	1908 W
Cuadro secundario habitación 8 (CS.H8)	1908 W

Cuadro secundario habitación 9 (CS.H9)	1908 W
Cuadro secundario habitación 10 (CS.H10)	1908 W
Cuadro secundario habitación 11 (CS.H11)	1908 W
Cuadro secundario habitación 12 (CS.H12)	1908 W
TOTAL:	22896 W

Tabla 12. Potencias del subcuadro de las habitaciones del ala derecho de la planta primera.

Como resumen de potencias del subcuadro de las habitaciones del ala derecho de la planta primera se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 2496 W.
- Potencia instalada fuerza: 20400 W.

2.6.9. Subcuadro habitaciones ala izquierda planta primera

Cuadro secundario habitación 25 (CS.H25)	1908 W
Cuadro secundario habitación 24 (CS.H24)	1908 W
Cuadro secundario habitación 23 (CS.H23)	1908 W
Cuadro secundario habitación 22 (CS.H22)	1908 W
Cuadro secundario habitación 21 (CS.H21)	1908 W
Cuadro secundario habitación 20 (CS.H20)	1908 W
Cuadro secundario habitación 19 (CS.H19)	1908 W
Cuadro secundario habitación 18 (CS.H18)	1908 W
Cuadro secundario habitación 17 (CS.H17)	1908 W
Cuadro secundario habitación 16 (CS.H16)	1908 W
Cuadro secundario habitación 15 (CS.H15)	1908 W
Cuadro secundario habitación 14 (CS.H14)	1908 W
Cuadro secundario habitación 13 (CS.H13)	1908 W
TOTAL:	24804 W

Tabla 13. Potencias del subcuadro de las habitaciones del ala izquierda de la planta primera.

Como resumen de potencias del subcuadro de las habitaciones del ala izquierdo de la planta primera se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 2704 W.
- Potencia instalada fuerza: 22100 W.

2.6.10. Subcuadro lavandería planta primera

Lavadora 1 (C1.LAV.1)	670 W
Lavadora 2 (C2.LAV.2)	670 W
Lavadora 3 (C3.LAV.3)	670 W
Secadora 1 (C4.SEC.1)	1800 W
Secadora 2 (C5.SEC.2)	1800 W
TOTAL:	5610 W

Tabla 14. Potencias del subcuadro de la lavandería de la planta primera.

Como resumen de potencias del subcuadro de la lavandería de la planta primera se tiene que:

- Potencia instalada fuerza: 5610 W.

2.6.11. Subcuadros habitaciones planta primera

Alumbrado habitación (C1.AL.HXX)	200 W
Emergencias habitación (C2.EM.HXX)	8 W
Tomas de corriente habitación (C3.TC.HXX)	1700 W
TOTAL:	1908 W

Tabla 15. Potencias de los subcuadros de las habitaciones de la planta primera.

Como resumen de potencias del subcuadro de cada una de las diferentes habitaciones de la planta segunda se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 208 W.
- Potencia instalada fuerza: 1700 W.

2.6.12. Subcuadro planta sótano

Cuadro secundario incendios (CS.INC)	23500 W
Cuadro secundario ventilación garaje (CS.VEN.GAR)	3880 W
Cuadro secundario ascensores (CS.ASC)	7500 W
Cuadro secundario sala de calderas (CS.CAL)	8766 W
Cuadro secundario solar térmica (CS.SOL.TER)	1868 W
Alumbrado zonas comunes planta sótano 1 (C1.AL.ZC.P-1.1)	168 W
Alumbrado zonas comunes planta sótano 2 (C2.AL.ZC.P-1.2)	192 W
Alumbrado zonas comunes planta sótano 3 (C3.AL.ZC.P-1.3)	192 W
Emergencias zonas comunes planta sótano (C4.EM.ZC.P-1)	88 W
Alumbrado instalaciones 1 (C5.AL.INS.1)	387 W
Alumbrado instalaciones 2 (C6.AL.INS.2)	327 W
Alumbrado instalaciones 3 (C7.AL.INS.3)	303 W
Emergencias instalaciones (C8.EM.INS)	72 W
Alumbrado almacén garaje (C9.AL.ALM.GAR)	300 W
Emergencias almacén garaje (C10.EM.ALM.GAR)	8 W
Alumbrado cuartos ascensores (C11.AL.ASC)	300 W
Emergencias cuartos ascensores (C12.EM.ASC)	24 W
Alumbrado cuarto mantenimiento (C13.AL.MAN)	200 W
Emergencias cuarto mantenimiento (C14.EM.MAN)	8 W
Alumbrado garaje 1 (C15.AL.GAR.1)	910 W
Alumbrado garaje 2 (C16.AL.GAR.2)	490 W

Alumbrado garaje 3 (C17.AL.GAR.3)	770 W
Alumbrado garaje 4 (C18.AL.GAR.4)	490 W
Alumbrado garaje 5 (C19.AL.GAR.5)	1050 W
Alumbrado garaje 6 (C20.AL.GAR.6)	420 W
Emergencias garaje 1 (C21.EM.GAR.1)	72 W
Emergencias garaje 2 (C22.EM.GAR.2)	54 W
Emergencias garaje 3 (C23.EM.GAR.3)	54 W
Tomas de corriente ala principal planta sótano (C24.TC.GAR)	1900 W
Tomas de corriente ala derecha planta sótano (C25.TC.GAR)	1900 W
Tomas de corriente ala izquierda planta sótano (C26.TC.GAR)	1900 W
Motor puerta de garaje (C27.GAR)	800 W
TOTAL:	58895 W

Tabla 16. Potencias del subcuadro general de la planta sótano.

Como resumen de potencias del subcuadro general de la planta sótano se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 7415 W.
- Potencia instalada fuerza: 51480 W.

2.6.13. Subcuadro vehículo eléctrico

Punto de recarga vehículo eléctrico (C1.VEH.ELE)	22000 W
TOTAL:	23500 W

Tabla 17. Potencias del subcuadro del vehículo eléctrico.

Como resumen de potencias del subcuadro del punto de recarga del vehículo eléctrico se tiene que:

- Potencia instalada fuerza: 22000 W.

2.6.14. Subcuadro de incendios

Grupo de presión para BIES (C1.INC)	5500 W
Grupo de presión para rociadores (C2.INC)	15000 W
Central de incendios (C3.INC)	3000 W
TOTAL:	23500 W

Tabla 18. Potencia del subcuadro de las instalaciones de protección contra incendios.

Como resumen de potencias del subcuadro de las instalaciones de protección contra incendios se tiene que:

- Potencia instalada fuerza: 23500 W.

2.6.15. Subcuadro ventilación garaje

Admisión 1 (C1.VEN)	1500 W
Admisión 2 (C2.VEN)	750 W
Expulsión 1 (C3.VEN)	650 W
Expulsión 2 (C4.VEN)	980 W
TOTAL:	3880 W

Tabla 19. Potencias del subcuadro de las instalaciones de la ventilación del garaje.

Como resumen de potencias del subcuadro de las instalaciones de la ventilación del garaje se tiene que:

- Potencia instalada fuerza: 3880 W.

2.6.16. Subcuadro ascensores

Ascensor ala principal (C1.ASC)	2500 W
Ascensor ala izquierda (C2.ASC)	2500 W
Ascensor ala derecha (C3.ASC)	2500 W
TOTAL:	7500 W

Tabla 20. Potencias del subcuadro de los ascensores del edificio.

Como resumen de potencias del subcuadro de los ascensores del edificio se tiene que:

- Potencia instalada fuerza: 7500 W.

2.6.17. Subcuadro sala de calderas

Grupo de presión (C1.SAL.CAL)	4500 W
Caldera (C2.SAL.CAL)	2200 W
Tomas de corriente sala de calderas (C3.TC.SAL.CAL)	1700 W
Alumbrado sala de calderas (C4.AL.SAL.CAL)	350 W
Emergencias sala de calderas (C5.EM.SAL.CAL)	16 W
TOTAL:	8766 W

Tabla 21. Potencias del subcuadro de la sala de calderas.

Como resumen de potencias del subcuadro de la sala de caldera se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 366 W.
- Potencia instalada fuerza: 8400 W.

2.6.18. Subcuadro solar térmica

Bombas (C1.SOL.TER)	600 W
Tomas de corriente cuarto solar térmica (C2.TC.SOL.TER)	1100 W
Alumbrado cuarto solar térmica (C3.AL.SOL.TER)	160 W
Emergencias cuarto solar térmica (C4.EM.SOL.TER))	8 W
TOTAL:	1868 W

Tabla 22. Potencias del subcuadro de la instalación del sistema de captación solar térmica.

Como resumen de potencias del subcuadro de la instalación del sistema de captación solar térmica se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 168 W.
- Potencia instalada fuerza: 1700 W.

2.6.19. Subcuadro oficinas

Tomas de corriente administración (C1.TC.ADM)	2900 W
Tomas de corriente deportivo (C2.TC.DEP)	1900 W
Tomas de corriente consejería (C3.TC.CON)	1200 W
Alumbrado oficinas 1 (C4.AL.OFI.1)	360 W
Alumbrado oficinas 2 (C5.AL.OFI.2)	360 W
Alumbrado oficinas 3 (C6.AL.OFI.3)	380 W
Emergencias oficinas (C7.EM.OFI)	80 W
TOTAL:	7180W

Tabla 23. Potencias del subcuadro de las oficinas de administración.

Como resumen de potencias del subcuadro de las oficinas de administración se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 1180 W.
- Potencia instalada fuerza: 6000 W.

2.6.20. Subcuadro gimnasio

Tomas de corriente médico y gimnasio (C1.TC.GIM.1)	2200 W
Tomas de corriente vestuarios gimnasio (C2.TC.VES.GIM)	1300 W
Alumbrado gimnasio 1 (C3.AL.GIM.1)	558 W
Alumbrado gimnasio 2 (C4.AL.GIM.2)	582 W
Alumbrado gimnasio 3 (C5.AL.GIM.3)	588 W
Emergencias gimnasio 1(C6.EM.GIM.1)	48 W
Emergencias gimnasio 2 (C7.EM.GIM.2)	56 W
Cintas (C8.TC.CIN)	2200 W
Elípticas (C9.TC.ELI)	2200 W
TOTAL:	9732 W

Tabla 24. Potencias del subcuadro de las instalaciones del gimnasio.

Como resumen de potencias del subcuadro de las instalaciones del gimnasio se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 1832 W.
- Potencia instalada fuerza: 7900 W.

2.6.21. Subcuadro restauración

Cuadro secundario cocina (CS.COC)	34920 W
Cuadro secundario comedor residencia (CS.COM)	13450 W
Cuadro secundario cafetería (CS.CAF)	15150 W
Alumbrado restauración 1 (C1.AL.REST.1)	881,5 W
Alumbrado restauración 2 (C2.AL.REST.2)	877 W
Alumbrado restauración 3 (C3.AL.REST.3)	881,5 W
Emergencias restauración 1 (C4.EM.REST.1)	96 W
Emergencias restauración 2 (C5.EM.REST.2)	96 W
Emergencias restauración 3 (C6.EM.REST.3)	80 W
TOTAL:	66432 W

Tabla 25. Potencias del subcuadro de las instalaciones de restauración del edificio.

Como resumen de potencias del subcuadro de las instalaciones de restauración del edificio se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 2912 W.
- Potencia instalada fuerza: 63520 W.

2.6.22. Subcuadro cocina

Lavavajillas (C1.COC)	9900 W
Horno (C2.COC)	5400 W
Plancha (C3.COC)	4420 W
Freidora (C4.COC)	4500 W
Campana extractora (C5.COC)	4500 W
Cámara frigorífica (C6.COC)	1000 W
Armario caliente (C7.COC)	1400 W
Tomas de corriente cocina 1 (C8.TC.COC)	1400 W
Tomas de corriente cocina 2 (C9.TC.COC)	1300 W
Tomas de corriente vestuarios cocina (C10.TC.COC)	1100 W
TOTAL:	34920 W

Tabla 26. Potencias del subcuadro de las instalaciones de la cocina.

Como resumen de potencias del subcuadro de las instalaciones de la cocina se tiene que:

- Potencia instalada fuerza: 34920 W.

2.6.23. Subcuadro comedor residencia

Refrigerador de postres (C1.COM)	560 W
Dispensador de agua y hielos (C2.COM)	1200 W
Grifo refrescos (C3.COM)	3000 W
Mesa gastronómica 1 (C4.COM)	420 W
Mesa gastronómica 2 (C5.COM)	420 W
Calentador de leche (C6.COM)	1000 W
Tostadora automática (C7.COM)	2400 W
Cafetera automática (C8.COM)	1550 W
Tomas de corriente comedor residencia (C9.TC.COM)	1800 W
Refrigerador de bebidas (C10.COM)	700 W
Exprimidor industrial (C11.COM)	400 W
TOTAL:	13450 W

Tabla 27. Potencias del subcuadro de las instalaciones del comedor.

Como resumen de potencias del subcuadro de las instalaciones del comedor se tiene que:

- Potencia instalada fuerza: 13450 W.

2.6.24. Subcuadro cafetería

Máquina de hielo (C1.CAF)	650 W
Cámara de bebidas (C2.CAF)	700 W
Vitrina caliente (C3.CAF)	1600 W
Tomas de corriente barra (C4.TC.CAF)	1200 W
Cafetera (C5.CAF)	5350 W
Secamanos baños (C6.CAF)	400 W
Lavavasos (C7.CAF)	13450 W
Tomas de corriente cafetería (C8.TC.CAF)	1800 W
TOTAL:	15150 W

Tabla 28. Potencias del subcuadro de la cafetería.

Como resumen de potencias del subcuadro de la cafetería se tiene que:

- Potencia instalada fuerza: 15150 W.

2.7. Acometida

La acometida será subterránea y los conductores irán enterrados bajo tubo cumpliendo lo establecido en las normas UNE-EN 50086-2-1 [27] y UNE-EN 50085-1 [28], dichos tubos albergarán las ternas de conductores a una

profundidad de 0,8 m, los conductores serán de aluminio o cobre de tensión asignada 0,6/1 kV según lo establecido en la ITC-BT-07 [1].

Las intensidades máximas admisibles para los conductores empleados serán según lo establecido en la norma UNE 20435 [14].

La acometida será parte de la instalación constituida por la empresa distribuidora, por lo tanto, su diseño se basará en las normas particulares de ella.

2.8. Centro de transformación

El centro de transformación que se va a emplear es el del tipo cliente o abonado de la marca Ormazabal, el cual, tiene la misión de suministrar energía al edificio a proyectar, realizándose la medición de la energía en media tensión.

La energía eléctrica necesaria será suministrada por la compañía distribuidora Iberdrola, a una tensión trifásica de 15 kV, y con una frecuencia de 50 Hz.

La potencia total instalada del centro de transformación será de 400 kVA, la cual, será necesaria para atender a las necesidades de suministro del edificio a proyectar, las cuales son:

- Potencia máxima simultánea: 276,26 kW.
- Tensión: 400 V.

La acometida al centro de transformación se realiza por medio de cables subterráneos, siguiendo la normativa que dicte la suministradora Iberdrola, debido a que será de su propiedad.

Los detalles del centro de transformación y sus características más detalladas se encuentran detalladas en el capítulo 4 del presente Trabajo de Fin de Grado.

2.9. Grupo electrógeno

2.9.1. Tipo de suministro.

El tipo de suministro del que dispondrá el edificio será un suministro duplicado, el cual, será capaz de mantener un servicio mayor del 50% de la potencia total contratada para el suministro normal.

No existirá ninguna conexión eléctrica con la red de distribución, debido a que se trata de una instalación generadora aislada.

2.9.2. Condiciones generales

Los generadores y las instalaciones complementarias de las instalaciones generadoras como el depósito de combustible, canalización de combustible, etc. cumplirán las disposiciones que se establecen en los reglamentos y directivas específicos que les sean de aplicación.

Al estar alojado el grupo electrógeno en el edificio, su local será de uso exclusivo y cumplirá con las diferentes disposiciones reguladoras de protección contra incendios correspondiente, como se podrá ver en el anexo de incendios de este proyecto. Además, los conductos de salida de los gases de combustión serán de material incombustible y evacuarán directamente al exterior.

2.9.3. Funcionamiento del grupo electrógeno

El grupo electrógeno constará de un alternador de la marca Stamford, modelo S4L1D-F acoplado a un motor diésel de la marca Volvo modelo TAD1344GE, el cual, se pondrá en marcha al fallar la red de suministro habitual. Según el arranque después de haber fallado la red, el grupo tendrá un arranque automático.

Se dispondrá de un enclavamiento eléctrico, entre los interruptores, contactores, etc., que llevaran a cabo la conmutación para que nunca pueda quedar acoplado el grupo con la red.

2.9.4. Descripción de los elementos básicos del grupo electrógeno

El grupo electrógeno que se va a emplear es de la marca Inmesol, modelo AV-440 Gama emergencia.



Ilustración 5. Grupo electrógeno AV-440 Gama emergencia.

Dicho grupo electrógeno dispone de una potencia de 400 – 450 kVA, funcionamiento automático de emergencia con conmutación V2, de la marca “Inmesol”, de tal manera, que se trata de un generador eléctrico de 50 Hz y trifásico, que dispone de un motor Diesel de la marca Volvo modelo TAD1344GE y un alternador de la marca Stamford, modelo S4L1D-F.

El grupo incluirá protecciones de los elementos móviles (correas, ventiladores, etc.), y elementos muy calientes (colector de escape, turbo, etc.), cumpliendo con las directivas de la Unión Europea de seguridad en las máquinas, baja tensión y compatibilidad electromagnética.

El grupo llevara el marcado “CE”, y se facilitara el certificado de conformidad correspondiente.

Los cables de conexión se dimensionarán para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima intensidad del grupo electrógeno; y la caída de tensión entre el grupo electrógeno y el punto de interconexión a la instalación interior, no será superior al 1,5 % para la intensidad nominal.

Las características del motor diésel del grupo electrógeno es de la marca Volvo modelo TAD1344GE y dispone de las siguientes características:

- Potencia PRP (kWm): 354
- Potencia LTP (kWm): 389.
- N° cilindros: 6.
- Cilindrada (L): 12,78.
- Diámetro por carrera (mm): 131X158.
- Ratio de compresión: 18,1.
- Sistema de refrigeración: agua.
- Sistema de lubricación: circulación forzada de aceite con filtro desmontable y cartucho.
- Velocidad: 1500 rpm. Regulación automática de la velocidad.
- Caudal de refrigeración de aire (m³/h): 23400
- Caudal de aire en combustión (m³/h): 1476.
- Caudal de gases de escape (m³/h): 3810.
- Arranque eléctrico: incluye baterías con cables, terminales, soportes y desconectador.
- Generador de carga de las baterías.
- Depósito de combustible y filtro de gasóleo.

Las características del alternador del grupo electrógeno es de marca STAMFORD modelo S4L1D y dispone de las siguientes características:

- Potencia PRP (kWA): 415.
- Potencia LTP (kWA): 465.
- Eficiencia Alternador 100 %: 93,2 %.
- Eficiencia Alternador 100 %: 92,6 %.
- N° de polos: 4.
- Regulador de tensión electrónico modelo AS440.
- Devanados con aislamiento: Clase H.
- Tensión normalizada: 400 V.
- Sin escobillas.
- Devanados con aislamiento clase H.
- Grado de protección: IP-23.

El cuadro de control automático con conmutación es el modelo DSE 7320 MKII con conmutación V2, todo el conjunto se encuentra en un armario metálico que está separado del grupo.



Ilustración 6. Cuadro de control automático con conmutación de la marca DSE 7320 MKII.

Dicho cuadro de control dispone de una pantalla que permite las siguientes lecturas:

- En el motor: temperatura refrigerante, presión del aceite, velocidad de giro, nivel de combustible, voltaje de la batería, voltaje del alternador de batería, horas de funcionamiento y contador del número de arranques.
- En el alternador y carga: voltajes entre fases y entre fases y neutro, intensidades, frecuencia, potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, factor de potencia y contador de energía activa.
- En la red: frecuencia, orden de rotación de fases, voltajes entre fases y neutro, voltajes entre fases y corriente a tierra.

Además, también dispone de una protección del motor y el alternador, mediante las siguientes alarmas activas:

- En el motor: baja presión del aceite, alta temperatura del refrigerante, baja y alta tensión en las baterías, fallo en el alternador de carga de baterías y bajo nivel de combustible.
- En el alternador: bajo y alto voltaje, baja y alta frecuencia, sobrecarga por intensidad, cortocircuito, secuencia negativa de fases, sobrecarga por potencia y control de carga tanto por conexión y desconexión de cargas artificiales como por desconexión de cargas no esenciales.
- En la red: bajo y alto voltaje, y baja y alta frecuencia.

2.9.5. Características de la estancia del emplazamiento del grupo electrógeno

La estancia del edificio en que se va a situar el grupo electrógeno, cumplirá con los siguientes requisitos:

- Posibilidad de emplazamiento de las bancadas precisas con apoyos antivibratorios.
- Dispondrá de ventilación directa al exterior para entrada y salida de aire.
- Tendrá la posibilidad de evacuar los gases de escape al exterior.
- Tendrá los aislamientos acústicos necesarios para que el ruido no moleste a las personas que se encuentren en el edificio.
- Tendrá la posibilidad de un emplazamiento del depósito acumulador de combustible, para el funcionamiento autónomo.
- Dispondrá de espacios suficientes, para su manipulación, entretenimiento, reparación y su emplazamiento de cuadros y líneas.

2.10. Cuadros eléctricos

Se instalará un cuadro general de distribución desde el cual, partirán los circuitos que alimentan a los diferentes cuadros secundarios o subcuadros del edificio, dicho cuadro se instalara en la planta baja, en una sala especialmente destinada para dicho uso, de tal manera, que no sea accesible al público como nos indica la ITC-BT-28 [1].

La altura a la cual se instalarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos será entre 1 y 2 m, medidos desde el nivel del suelo.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20451 [29] y UNE-EN 60493 [30] con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20324 [31] e IK07 según UNE-EN 50102 [32].

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

En todos los cuadros se instalarán elementos de protección contra contactos indirectos o directos según ITC-BT-24 [1], y elementos de protección contra sobrecargas según ITC-BT-23 [1]:

- Todos los cuadros dispondrán de un interruptor general automático de corte omnipolar, el cual, permitirá su accionamiento manual, además de estar dotado de elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Todos los cuadros dispondrán de uno o varios interruptor/es diferencial/es, los cuales, estarán destinados a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos; salvo que la protección contra contactos se efectúe mediante otros dispositivos de acuerdo con la ITC-BT-24 [1].
- Todos los circuitos dispondrán de interruptores magnetotérmicos, los cuales, estarán destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

Para protección contra corrientes de fuga en los circuitos de fuerza y alumbrado, se emplearán interruptores diferenciales de 300 mA y 30 mA de sensibilidad general al objeto de la sensibilidad de defecto sea lo más baja posible y con un tiempo de actuación inferior a 50 milisegundos.

La intensidad nominal de los elementos de protección citados anteriormente estará en consonancia con la capacidad de la sección de los conductores de cada uno de los diferentes circuitos de la instalación del edificio, para verlo con más detalle se puede ver en el anexo 1: "Cálculos justificativos eléctricos".

2.10.1. Cuadro general de distribución

Se encuentra situado en una estancia específica para su emplazamiento en la primera baja lo más cercano posible al centro de transformación, a dicho cuadro general se conecta el grupo electrógeno, de tal manera, que, si hay un

fallo general en la red de distribución o en el centro de transformación, el edificio no sufra incidentes por falta de suministro.

Desde dicho cuadro general de distribución se alimenta:

- Subcuadro o cuadro secundario general de la planta segunda (CS.P2).
- Subcuadro o cuadro secundario general de la planta primera (CS.P1).
- Subcuadro o cuadro secundario general de la planta sótano (CS.P-1).
- Subcuadro o cuadro secundario del punto de recarga del vehículo eléctrico (CS.VEH.ELE).
- Subcuadro o cuadro secundario de las oficinas (CS.OFI).
- Subcuadro del gimnasio (CS.GIM).
- Subcuadro de los servicios de restauración (CS.REST).
- Alumbrado de las zonas comunes de la planta baja.
- Alumbrado exterior del edificio.
- Alumbrado de los cuartos de servicio.

Los cálculos más detallados del cuadro general de distribución se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.

2.10.2. Subcuadro o cuadro secundario general de la planta segunda (CS.P2)

Se encuentra situado en la planta segunda en una estancia específica para el emplazamiento de dicho cuadro, donde solo tendrá acceso el personal autorizado de mantenimiento del edificio, dicho cuadro secundario recibirá la alimentación directamente desde el cuadro general de distribución, y a su vez, alimentará a:

- Subcuadro o cuadro secundario de las habitaciones del ala derecha de la planta segunda (CS.DCHA.P2).
- Subcuadro o cuadro secundario de las habitaciones del ala izquierda de la planta segunda (CS.IZQ.P2).
- Subcuadro o cuadro secundario de la lavandería de la planta segunda (CS.LAV.P2).
- Alumbrado de las zonas comunes de la planta segunda.
- Tomas de corriente de las salas comunes de la planta segunda.
- Alumbrado de las salas comunes de la planta segunda.

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario general de la planta segunda se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos

eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.6.

2.10.3. Subcuadro o cuadro secundario de las habitaciones del ala derecha de la planta segunda (CS.DCHA.P2)

Se encuentra situado en la planta segunda en la misma estancia que el subcuadro general de la planta segunda, y este cuadro alimenta a:

- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 26 (CS.H26).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 27 (CS.H27).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 28 (CS.H28).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 29 (CS.H29).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 30 (CS.H30).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 31 (CS.H31).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 32 (CS.H32).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 33 (CS.H33).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 34 (CS.H34).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 35 (CS.H35).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 36 (CS.H36).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 37 (CS.H37).

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario de las habitaciones del ala derecha de la planta segunda se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.6.2.

2.10.4. Subcuadro o cuadro secundario de las habitaciones del ala izquierda de la planta segunda (CS.IZQ.P2)

Se encuentra situado en la planta segunda en la misma estancia que el subcuadro general de la planta segunda, y este cuadro alimenta a:

- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 50 (CS.H50).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 49 (CS.H49).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 48 (CS.H48).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 47 (CS.H47).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 46 (CS.H46).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 45 (CS.H45).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 44 (CS.H44).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 43 (CS.H43).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 42 (CS.H42).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 41 (CS.H41).

- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 40 (CS.H40).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 39 (CS.H39).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 38 (CS.H38).

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario de las habitaciones del ala izquierda de la planta segunda se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.6.3.

2.10.5. Subcuadro o cuadro secundario de la lavandería de la planta segunda (CS.LAV.P2)

Se encuentra situado en el almacén de la lavandería de la planta segunda, y este cuadro alimenta a los equipos de lavandería como son las tres lavadoras y las dos secadoras.

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario de la lavandería de la planta segunda se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.6.1.

2.10.6. Subcuadros o cuadros secundarios de las habitaciones de la planta segunda y primera (CS.HXX)

Se encuentran situados en cada una de las habitaciones detrás de la puerta de entrada, dichos cuadros alimentar las tomas de corriente y la iluminación de las habitaciones.

Los cálculos más detallados de los diferentes subcuadros o cuadros secundarios de las habitaciones de la planta segunda y primera se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.6.1.1.

2.10.7. Subcuadro o cuadro secundario general de la planta primera (CS.P1)

Se encuentra situado en la planta primera en una estancia específica para el emplazamiento de dicho cuadro, donde solo tendrá acceso el personal autorizado de mantenimiento del edificio, dicho cuadro secundario recibirá la alimentación directamente desde el cuadro general de distribución, y a su vez, alimentará a:

- Subcuadro o cuadro secundario de las habitaciones del ala derecha de la planta primera (CS.DCHA.P1).
- Subcuadro o cuadro secundario de las habitaciones del ala izquierda de la planta primera (CS.IZQ.P1).
- Subcuadro o cuadro secundario de la lavandería de la planta primera (CS.LAV.P1).
- Alumbrado de las zonas comunes de la planta primera.
- Tomas de corriente de las salas comunes de la planta primera.
- Alumbrado de las salas comunes de la planta primera.

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario general de la planta primera se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.5.

2.10.8. Subcuadro o cuadro secundario de las habitaciones del ala derecha de la planta primera (CS.DCHA.P1)

Se encuentra situado en la planta primera en la misma estancia que el subcuadro general de la planta primera, y este cuadro alimenta a:

- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 1 (CS.H1).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 2 (CS.H2).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 3 (CS.H3).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 4 (CS.H4).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 5 (CS.H5).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 6 (CS.H6).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 7 (CS.H7).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 8 (CS.H8).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 9 (CS.H9).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 10 (CS.H10).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 11 (CS.H11).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 12 (CS.H12).

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario de las habitaciones del ala derecha de la planta primera se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.5.2.

2.10.9. Subcuadro o cuadro secundario de las habitaciones del ala izquierda de la planta primera (CS.IZQ.P1)

Se encuentra situado en la planta primera en la misma estancia que el subcuadro general de la planta primera, y este cuadro alimenta a:

- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 13 (CS.H13).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 14 (CS.H14).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 15 (CS.H15).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 16 (CS.H16).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 17 (CS.H17).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 18 (CS.H18).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 19 (CS.H19).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 20 (CS.H20).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 21 (CS.H21).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 22 (CS.H22).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 23 (CS.H23).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 24 (CS.H24).
- Subcuadro o cuadro secundario de la habitación 25 (CS.H25).

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario de las habitaciones del ala izquierda de la planta primera se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.5.3.

2.10.10. Subcuadro o cuadro secundario de la lavandería de la planta primera (CS.LAV.P1)

Se encuentra situado en el almacén de la lavandería de la planta primera, y este cuadro alimenta a los equipos de lavandería como son las tres lavadoras y las dos secadoras.

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario de la lavandería de la planta primera se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.5.1.

2.10.11. Subcuadro o cuadro secundario general de la planta sótano (CS.P-1)

Se encuentra situado en la planta sótano, en el cuarto de instalaciones, en el cual, solo tendrá acceso el personal autorizado, y dicho cuadro alimenta a:

- Subcuadro o cuadro secundario de las instalaciones contra incendios (CS.INC).
- Subcuadro o cuadro secundario para la ventilación del garaje (CS.VEN.GAR).
- Subcuadro o cuadro secundario de los ascensores (CS.ASC).
- Subcuadro o cuadro secundario de la sala de calderas (CS.SAL.CAL).
- Subcuadro o cuadro secundario del sistema de captación solar térmica (CS.SOL.TER).
- Alumbrado de las zonas comunes de la planta sótano.
- Alumbrado de los cuartos de las instalaciones.
- Alumbrado del almacén del garaje.
- Alumbrado de los cuartos de los ascensores.
- Alumbrado del cuarto de mantenimiento.
- Alumbrado del garaje.
- Tomas de corriente de las diferentes zonas comunes de la planta sótano.
- Motor de la puerta del garaje.

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario general de la planta sótano se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.7.

2.10.12. Subcuadro o cuadro secundario de las instalaciones contra incendios (CS.INC)

Se encuentra en el cuarto de instalaciones contra incendios y dicho cuadro alimenta tanto al grupo de presión de las BIES como de los rociadores, además de la centralita de incendios.

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario de las instalaciones contra incendios se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.7.1.

2.10.13. Subcuadro o cuadro secundario para la ventilación del garaje (CS.VEN.GAR)

Se encuentra en el cuarto de instalaciones de la planta sótano, y dicho cuadro alimenta a los diferentes equipos de la extracción y admisión de aire para la ventilación forzada del garaje.

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario para la ventilación del garaje se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos

eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.7.2.

2.10.14. Subcuadro o cuadro secundario de los ascensores (CS.ASC)

Se encuentra en el cuarto de instalaciones de la planta sótano, y dicho cuadro alimenta a los motores de los tres ascensores que se tienen en el edificio.

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario de los ascensores se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.7.3.

2.10.15. Subcuadro o cuadro secundario de la sala de calderas (CS.SAL.CAL)

Se encuentra en el vestíbulo de independencia del cual dispone la sala de calderas en la planta sótano, y dicho cuadro alimenta a:

- Grupo de presión de alimentación de agua.
- Caldera.
- Tomas de corriente de la sala de calderas.
- Alumbrado de la sala de calderas.

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario de la sala de calderas se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.7.4.

2.10.16. Subcuadro o cuadro secundario del sistema de captación solar térmica (CS.SOL.TER)

Se encuentra en el cuarto de las instalaciones del sistema de captación de solar térmicas en la planta segunda, y dicho cuadro alimenta a las bombas necesarias en el sistema de captación solar térmica, además de las tomas de tomas de corriente y el alumbrado de la sala.

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario del sistema de captación solar térmica se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.7.5.

2.10.17. Subcuadro o cuadro secundario del punto de recarga del vehículo eléctrico (CS.VEH.ELE)

Se encuentra en el cuarto de instalaciones del vehículo eléctrico en la planta sótano, y dicho cuadro alimenta a la estación de recarga del vehículo eléctrico.

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario del punto de recarga del vehículo eléctrico se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.3.

2.10.18. Subcuadro o cuadro secundario de las oficinas (CS.OFI)

Se encuentra situado en las oficinas de administración de la planta baja, y dicho cuadro alimenta a los diferentes equipos como ordenadores, impresoras, proyectores, etc. de las oficinas deportivas, de administración y consejería, además de las tomas de corrientes a mayores instaladas y el alumbrado de dichas zonas.

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario de las oficinas se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.1.

2.10.19. Subcuadro o cuadro secundario del gimnasio (CS.GIM)

Se encuentra situado en la sala medida del gimnasio de la planta baja, y dicho cuadro alimenta a:

- Tomas de corriente y equipos de la sala médica, rehabilitación y vestuarios del gimnasio.
- Alumbrado del gimnasio, vestuarios, sala médica y sala de rehabilitación.
- Maquinaria como cintas, elípticas, etc. del gimnasio.
- Tomas de corriente del gimnasio.

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario del gimnasio se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.2.

2.10.20. Subcuadro o cuadro secundario de los servicios de restauración (CS.REST)

Se encuentra situado en el almacén de la cafetería de la planta baja, y dicho cuadro alimenta a:

- Subcuadro o cuadro secundario de la cocina (CS.COC)
- Subcuadro o cuadro secundario del comedor de la residencia (CS.COM).
- Subcuadro o cuadro secundario de la cafetería (CS.CAF).
- Alumbrado de toda la zona de restauración, compuesta por la cocina (incluyendo despensa, cámara frigorífica, etc.), comedor de la residencia, cafetería (incluyendo los baños, almacén, etc.).

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario de los servicios de restauración se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.4.

2.10.21. Subcuadro o cuadro secundario de la cocina (CS.COC)

Se encuentra situado en el vestíbulo de independencia de la cocina en la planta baja, y dicho cuadro alimenta a:

- Maquinaria necesaria en la cocina como son el lavavajillas industrial, horno, plancha, freidora, extracción de la cocina, cámara frigorífica y la mesa caliente o armario caliente.
- Tomas de corriente de la cocina.
- Tomas de corriente de los vestuarios de la cocina.

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario de la cocina se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.4.1.

2.10.22. Subcuadro o cuadro secundario del comedor de la residencia (CS.COM)

Se encuentra situado el comedor detrás de la línea de autoservicio, y dicho cuadro alimenta a:

- Maquinaria o aparatos necesarios para línea de autoservicio como son refrigerador de postres, dispensador de leche, grifo de refrescos, dos mesas gastronómicas, calentador de leche, tostadora automática,

cafetera automática, refrigerador de bebidas y exprimidor de zumos industrial.

- Tomas de corriente del comedor y la línea de autoservicio.

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario del comedor de la residencia se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.4.2.

2.10.23. Subcuadro o cuadro secundario de la cafetería (CS.CAF)

Se encuentra detrás de barra de la cafetería en la planta baja, y dicho cuadro alimenta a:

- Aparatos o maquinaria necesaria en la cafetería como son máquina de hielo, cámara de bebidas, vitrinas calientes, cafetera y Lavavasos.
- Secamanos de los servicios.
- Tomas de corriente de la cafetería.

Los cálculos más detallados del subcuadro o cuadro secundario de la cafetería se pueden ver en el anexo 1: “Cálculos justificativos eléctricos” y la composición de dicho cuadro se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en el plano 5.1.4.3.

2.11. Dispositivos generales e individuales de mando y protección

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los cuadros, subcuadros y circuitos, los cuales, son el origen de la instalación interior, se podrán situar en cuadros separados y en otros lugares. Además, al tratarse de un local de pública concurrencia, se tomarán las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general, de tal manera, que se instalaran en cuartos específicos, a los cuales, solo tendrá acceso el personal autorizado competente.

Los dispositivos de generales e individuales de mando y protección de circuitos, se situarán a una medida desde el nivel del suelo, la cual, estará comprendida entre 1 y 2 m.

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

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, de intensidad nominal mínima 25 A, que permita su accionamiento manual, y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22) [1]. Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de instalación, de 4,5 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada igual o superior a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24) [1]. Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \cdot I_a \leq U$$

Donde:

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

I_a: es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada).

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

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

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

Se colocarán dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección de sobrecargas y cortacircuitos de cada uno de los circuitos interiores según ITC-BT-22 [1].

Se colocarán dispositivos de protección contra sobretensiones según ITC-BT-23 [1], si fuese necesario.

2.12. Instalaciones interiores

2.12.1. Conductores

Los conductores y cables que se van a emplear en las diferentes instalaciones serán de cobre, y siempre aislados, además, la tensión asignada nunca será inferior de 450/750 V.

Para la conexión de los diferentes cuadros y subcuadros de la instalación eléctrica del edificio, además de la conexión de algunos receptores individuales, se van a emplear conductores RZ1 - K (AS+) 0.6/1 kV XLPE + Pol, RF (libre de halógenos, con baja emisión de humos y no propagadores del incendio según normas UNE-EN 60.332-1 e IEC 30.332-1) [13] con diferentes secciones dependiendo de la que sea necesaria en cada uno de los casos, dichas secciones se podrán observar en los esquemas unifilares que se encuentran en el anexo 7: "Planos".

La composición de dichos conductores es la siguiente:

1. Cobre electrolítico, clase 5 (flexible) según normas UNE-EN 60.228 [9].
2. Polietileno reticulado XLPE (aislamiento).
3. Poliolefina ignifugada, de color verde, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio (cubierta).

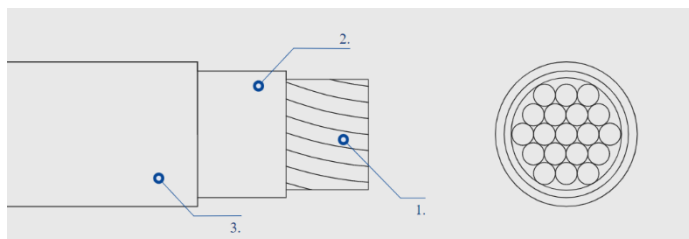


Ilustración 7. Composición de los conductores RZ1 - K (AS+) 0,6/1 kV XLPE + Pol, RF.

Para la conexión de receptores como iluminación, alumbrado de emergencia, tomas de corriente, etc., se van a emplear conductores unipolares ES07Z1 - K (AS+) 450/750 V, Poliolef., RF (libres de halógenos, con baja emisión de humos y no propagadores del incendio según norma UNE 21.1002 [23]) con diferentes secciones, dependiendo de la que sea necesaria en cada uno de los casos que se presenten, dichas secciones se podrán observar en los esquemas unifilares que se encuentran en el anexo 7: "Planos".

La composición de dichos conductores es la siguiente:

1. Cobre electrolítico, clase 5 (flexible) según norma UNE-EN 60228-5 [9].

2. Poliolefina ignífuga, de diferentes colores, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio y no propagador de incendios (cubierta).

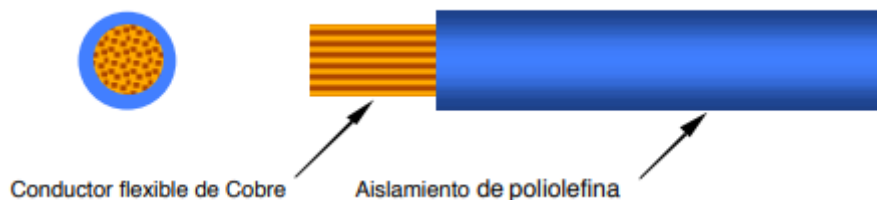


Ilustración 8. Composición de los conductores ES07Z1 - K (AS+) 450/750 V Poliolef, RF.

Las instalaciones que se alimentan directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, como es el caso de dicha instalación del edificio, se considerara que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso, las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5% par alumbrado y del 6,5% para los demás usos, según marca la ITC-BT-19 [1].

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

Las intensidades máximas admisibles se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20460-5-523 [11] y su anexo Nacional.

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

Sección de los conductores de fase o polares de la instalación (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$	S (*)
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S / 2
(*) Con un mínimo de: <ul style="list-style-type: none"> • 2,5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica. • 4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen protección mecánica. 	

Tabla 29. Secciones mínimas de los conductores de protección.

2.12.1.1. *Identificación de los conductores*

Los conductores de la instalación deberán ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección, de tal manera, que dicha identificación, se realizara por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista un conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su posterior a conductor a conductor neutro, se identificarán estos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificara por el color verde amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificaran por los colores marrón, negro o gris.

2.12.1.2. *Subdivisión de las instalaciones*

Las instalaciones estarán subdivididas, de forma que, las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, de tal manera, que los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados, y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les preceden.

Toda instalación estará dividida en varios circuitos, según las diferentes necesidades, con el fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito, y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse.

2.12.1.3. *Equilibrado de cargas*

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

2.12.1.4. *Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica*

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

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS)	250	≥ 0,25
Muy Baja Tensión de Protección (MBTP)		
Inferior o igual a 500 V, excepto caso anterior	500	≥ 0,5
Superior a 500 V	1000	≥ 1,0

Tabla 30. Valores de resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante un minuto una prueba de tensión de $2U + 1000V$ a la frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1500V.

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

2.12.1.5. Conexiones

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

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

2.12.2. Sistemas de instalación de los conductores

2.12.2.1. Prescripciones generales

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

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

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

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

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

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

2.12.2.2. *Conductores aislados bajo tubos protectores*

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

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21 [1], así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20

4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	-
150	50	63	75	-	-
185	50	75	-	-	-
240	63	75	-	-	-

Tabla 31. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

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

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

estas cajas serán tales que, permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

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

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

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

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

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no podrán poner en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de

1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa podrá reducirse a 0,5 centímetros.

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

2.12.2.3. *Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes*

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

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

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas o collares, de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar o condiciones de instalación en que se efectuó la misma, se emplearan cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño, y salvo prescripción en contra fijada en la norma UNE correspondiente al cable empleado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.

- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a estas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectuó por la parte anterior de aquella.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalente provisto de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

2.12.2.4. *Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción*

Los cables a emplear serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, con cubierta de protección.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción totalmente construidos con materiales incombustibles de resistencia al fuego RF-120 como mínimo.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos, será como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de estos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán la solidez para proteger estas acciones contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías o de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

2.12.2.5. *Conductores aislados bajo canales protectoras*

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

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X, y estarán clasificadas como “canales con tapa de acceso que solo pueden abrirse con herramientas”. En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc., siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y de servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina, asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50085 [28].

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

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

La tapa de las canales quedara siempre accesible.

2.13. Esquema de distribución

El esquema de distribución sirve para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobrecargas, así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones. Por lo que se establece en función de las conexiones a tierra de la instalación de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

En el caso de nuestro edificio se va a emplear el esquema TT, el cual, tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

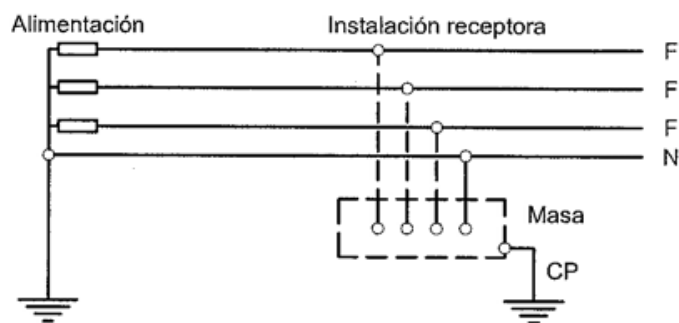


Ilustración 9. Esquema de distribución del tipo TT.

Las intensidades de defecto fase - masa o fase - tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

2.14. Protección contra sobrecargas

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobrecargas que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobrecargas previsibles según marca la ITC-BT-22 [1].

Las sobrecargas pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

La protección contra sobrecargas se hará mediante un dispositivo de protección, el cual, estará constituido por un interruptor de corte automático omnipolar con curva térmica de corte. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor quedara en todo caso garantizado por el dispositivo de protección empleado.

Para la protección contra cortocircuitos, 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 conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

La norma UNE 20460-4-43 [15] recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20460-4-473 [11] define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20460-4-43 [15] según sea por cauda de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

La norma UNE 20.460-4-43 [15] recoge en su articulado todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección en sus apartados:

- 432: Naturaleza de los dispositivos de protección.
- 433: Protección contra las corrientes de sobrecarga.
- 434: Protección contra las corrientes de cortocircuito.
- 435: Coordinación entre la protección contra las sobrecargas y la protección contra los cortocircuitos.
- 436: Limitación de las sobreintensidades por las características de alimentación.

2.15. Protección contra sobretensiones

2.15.1. Categorías de las sobretensiones

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSIÓN SIPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (Kv)			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORÍA I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690 1000	- -	8	6	4	2,5

Tabla 32. Categorías de las sobretensiones.

Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones, y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija. En este caso, las medidas de protección se toman fuera de equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fijas y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija.

Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad.

Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución.

2.15.2. Medidas para el control de las sobretensiones

Se pueden presentar dos situaciones:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). De tal manera, que se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.
- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También, se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad como puede ser continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.

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

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

2.15.3. Selección de los materiales de la instalación

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que, su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla 8, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla 8, se pueden utilizar, no obstante:

- En situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- En situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

2.16. Protección contra los contactos directos e indirectos

2.16.1. Protección contra contactos directos

2.16.1.1. Protección por aislamiento de las partes activas

Las partes activas de la instalación estarán recubiertas por un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

2.16.1.2. Protección por medio de barreras o envolventes

Las partes activas de la instalación estarán situadas en el interior de las envolventes, o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IPXXB. De tal manera, que las envolventes o barreras tendrán al menos un grado de protección IP2X, lo cual, proporcionara siempre un grado de protección IP XXB.

En el caso, de las envolventes horizontales o barreras que sean de fácil acceso, deben responde como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de estas, esto no debe ser posible más que:

- Bien con la ayuda de una llave o de una herramienta.
- O bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes.
- O bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta, y que impida todo contacto con las partes activas.

2.16.1.3. Protección por medio de obstáculos

Esta medida no garantiza una protección completa, la cual, solo se utilizará en los locales donde solo sea accesible para el personal autorizado.

2.16.1.4. Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento

Esta medida no garantiza una protección completa, la cual, solo se utilizará en los locales donde solo sea accesible para el personal autorizado.

2.16.2. Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial – residual

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante “corte automático de la alimentación”. Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la condición:

$$R_a \cdot I_a \leq U$$

Donde:

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

I_a: es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada).

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

2.17. Receptores de alumbrado

Al tratarse de un edificio de nueva construcción es necesario que se cumpla con la normativa exigida en el apartado 2 del CTE DB HE 3, de tal manera, que se diseñe un edificio eficientemente energético, para ello, se van a emplear luminarias con tecnología LED, además de la aplicación de diferentes criterios de obligado cumplimiento.

2.17.1. Criterios de la instalación

2.17.1.1. Cuantificación de la eficiencia energética

2.17.1.1.1. Valor de la eficiencia energética de la instalación (VEEI)

Este valor mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona o estancia del edificio a proyectar dependiendo de la actividad de dicha estancia.

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

Donde:

P: potencia de la lámpara más el equipo auxiliar (W).

S: superficie iluminada (m²).

E_m: iluminancia media horizontal mantenida (lux).

El valor VEEI no superara el valor límite (VEEI_{lim}) establecido en la tabla 3.1 del DB HE 3 [6], que se muestra a continuación:

USO DEL RECINTO	VEEI limite
Administrativo en general	3
Andenes de estaciones de transporte	3
Pabellones de exposición o ferias	3
Salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
Aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
Habitaciones de hospital ⁽³⁾	4
Recintos interiores no descritos en este listado	4
Zonas comunes ⁽⁴⁾	4
Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4
Aparcamientos	4
Espacios deportivos ⁽⁵⁾	4
Estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5
Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5
Bibliotecas, museos y galerías de arte	5
Zonas comunes en edificios no residenciales	6
Centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6
Hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8
Religioso en general	8
Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencia ⁽⁹⁾	8
Tiendas y pequeño comercio	8

Habitación de hoteles, hostales, etc.	10
Locales con nivel de iluminación superior a 600 lux	2,5
<p>(1) Incluye la instalación de iluminación de salas de examen general, salas de emergencia, salas de escáner y radiología, salas de examen ocular y auditivo y salas de tratamiento. Sin embargo, quedan excluidos locales como las salas de operación, quirófanos, unidades de cuidados intensivos, dentista, salas de descontaminación, salas de autopsias y mortuorios y otras salas que por su actividad puedan considerarse como salas especiales.</p> <p>(2) Incluye la instalación de iluminación del aula y las pizarras de las aulas de enseñanza, aulas de prácticas de ordenador, música, laboratorios de lenguaje, aulas de dibujo técnico, aula de prácticas y laboratorios, manualidades, talleres de enseñanza y aulas de arte, aulas de preparación y talleres, aulas comunes de estudio y aulas de reunión, aulas de clases nocturnas y educación de adultos, salas de lectura, guarderías, salas de juegos de guarderías y salas de manualidades.</p> <p>(3) Incluye la instalación de iluminación interior de las habitación y baño, formada por iluminación general, iluminación de lectura e iluminación para exámenes simples.</p> <p>(4) Espacios utilizados por cualquier persona o usuario, como recibidor, vestíbulos, pasillos, escaleras, espacios de tránsitos de personas, aseos públicos, etc.</p> <p>(5) Incluye las instalaciones de iluminación del terreno de juego y graderíos de espacios deportivos, tanto para actividades de entrenamiento y competición, pero no se incluyen las instalaciones de iluminación para las retransmisiones televisivas. Los graderíos serán asimilables a zonas comunes.</p> <p>(6) Espacios destinados al tránsito de viajeros como recibidor de terminales, salas de llegadas y salidas de pasajeros, salas de recogida de equipajes, áreas de conexión, de ascensores, áreas de mostradores de taquillas, facturación e información, áreas de espera, salas de consigna, etc.</p> <p>(7) Incluye los espacios de recibidor, recepción, pasillos, escaleras, vestuarios y aseos de los centros comerciales.</p> <p>(8) Incluye los espacios destinados a las actividades propias del servicio al público como recibidor, recepción, restaurante, bar, comedor, autoservicio, pasillos, escaleras, vestuarios, servicios, aseos, etc.</p> <p>(9) En el caso de cines, teatros, salas de conciertos, etc. Se excluye la iluminación con fines de espectáculo, incluyendo la representación y el escenario.</p>	

Tabla 33. Valor límite de eficiencia energética de la instalación (VEEllim).

2.17.1.1.2. Potencia instalada

La potencia total de lámparas y equipos auxiliares por superficie iluminada (P_{TOT}/S_{TOT}) no superara el valor establecido en la tabla 3.2 del DB HE 3 [6], la cual, se muestra a continuación:

Uso	E Iluminancia media en el plano horizontal (lux)	Potencia Máxima a instalar (W/m ²)
Aparcamiento		5
Otros usos	≤ 600	10
	> 600	25

Tabla 34. Potencia máxima por superficie iluminada ($PTOT/STOT$).

2.17.2. Sistemas de control y regulación

Las instalaciones de iluminación de cada una de las zonas del edificio dispondrán de un sistema de control y regulación que incluirá:

- Un sistema de encendido y apagado manual, el cual, será externo al cuadro eléctrico.

- Un sistema de encendido por horario, el cual, estará centralizado en cada uno de los cuadros eléctricos.

En zonas de uso esporádico como son aseos, pasillos, escaleras, zonas de tránsito, aparcamientos, etc., se dispondrá de uno de los siguientes sistemas:

- Un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia temporizado.
- Un sistema de pulsador temporizado.

2.17.3. Requisitos de iluminación

Se han seguido los requisitos de iluminación que se establecen en apartado 5.3 “Requisitos de iluminación para (áreas) interiores, tareas y actividades” de la norma UNE EN 12464-1:2002 [22].

2.17.4. Luminarias empleadas

Para la instalación de iluminación interior se han empleado las siguientes luminarias:

- SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 4000K WIDE FLOOD.
- SIMON 72660333-884 Luminaria 726 60x60 NW DALI.
- SIMON 73520330-984 Downlight 735.20 Round empotrado 4000K General DALI Blanco.
- SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI Blanco.
- SIMON 78032333-884 Luminaria estancia 780 1500 IP65 4000K DALI.
- SIMON 72060340-686 Luminaria 720 Modular 60x60 Low Glare BIO DALI DT6
- SIMON 70325330-483 Downlight 703.25 3000K WIDE FLOOD DALI
- SIMON 72061340-683 Luminaria 720 Advance M4 120x30 3000K Low Glare DALI.

La elección, fichas técnicas de las luminarias anteriormente citadas, cálculos y justificaciones de que se cumple con la normativa citada anteriormente se puede ver en el anexo 6: “Iluminación interior”, y la distribución en el edificio se puede ver en el anexo 7: “Planos”, en concreto, en los planos 4.1, plano 4.2, plano 4.3 y plano 4.4.

2.18. Receptores a motor

Los motores se instalarán de manera que la aproximación de sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente.

No estarán en contacto con materias fácilmente combustibles, y estarán situados de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor estarán dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor.

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

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

Los motores estarán protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20460-4-45 [11].

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

En general, los motores que tengan una potencia superior a 0,75 kW, estarán provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el periodo de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, se característicamente del motor que indicara su placa, sea superior a la señal a que señala la siguiente tabla:

MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA		MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA	
Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y la de plena carga	Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y de la de plena carga
De 0,75 kW a 1,5 kW	2,5	De 0,75 kW a 1,5 kW	4,5
De 1,5 kW a 5 kW	2	De 1,5 kW a 5 kW	3
De más de 5 kW	1,5	De 5 kW a 15 kW	2
		De más de 15 kW	1,5

Tabla 35. Constantes máxima de proporcionalidad de los motores según potencia.

2.19. Puesta a tierra

La puesta a tierra se establece 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.

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 este conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 [1], y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga pueden circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones 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 electrolisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

2.19.1. Uniones a tierra

2.19.1.1. Tomas de tierra

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

- Barras o tubos.
- Pletinas o conductores desnudos.
- Placas.
- Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus diferentes combinaciones.
- Armaduras de hormigón enterradas, con excepción de armaduras pretensadas.
- Otras estructuras enterradas que se pueda demostrar que son apropiadas.

Los conductores de cobre que se van a emplear como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21022 [33].

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra nunca será inferior a 0,5 metros, de tal manera, que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo y otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto.

2.19.1.2. Conductores de tierra

La sección de los conductores de tierra, al encontrarse enterrados, estarán de acuerdo con los valores que se indican en la siguiente tabla, siendo la sección no inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

TIPO	Protegidos mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión *	Según apartado 13.1.4.	16 mm ² Cobre

		16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.		

Tabla 36. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra.

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

2.19.1.3. Bornes de puesta a tierra

Se proveerá un borne principal de tierra, al cual, se unirán los siguientes conductores:

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

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

2.19.1.4. 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 siguiente (en el anexo de cálculos eléctricos, se pueden observar los distintos conductores de protección que se han empleado, de acuerdo con la siguiente tabla):

Sección de los conductores de fase de la instalación S(mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S(mm ²)
S ≤	S _p = S

$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabla 37. Relación entre la sección de los conductores de protección y los de fase.

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización principal 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.

Los conductores de protección que se van a emplear serán:

- Conductores en los cables multiconductores.
- Conductores aislados con una envolvente común con los conductores activos.

Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos, y contra los esfuerzos electrodinámicos.

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.

2.19.2. Conductores de equipotencialidad

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

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por los elementos conductores no desmontables, como son las estructuras metálicas no desmontables, o bien por conductores suplementarios, o por una combinación de ambos.

2.19.3. Resistencia de las tomas de tierra

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

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

Si las condiciones de las instalaciones son tales que puedan dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores que se han señalado anteriormente, se asegurara la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

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

2.19.4. 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.

2.19.5. Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas 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 que se ha indicado 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 considerara que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las siguientes condiciones:

- No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierra del centro de transformación con la zona en donde se encuentren 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 ($<100 \Omega m$). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia deberá ser calculada.

- El centro de transformación este 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, este establecido, de tal manera que, sus elementos metálicos no estén unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

2.19.6. Revisión de las tomas de tierra

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el directos 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 efectuara la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno este más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararan 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, estos 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.

2.20. Instalación punto de recarga del vehículo eléctrico

Una estación de recarga se considera al conjunto de elementos necesarios para efectuar la conexión del vehículo eléctrico a la instalación eléctrica fija necesaria para su recarga. Se clasifican como:

- Punto de recarga simple, compuesto por las protecciones necesarias, una o varias bases de toma de corriente no específicas para el vehículo eléctrico y, en su caso, la envolvente.
- Punto de recarga tipo SAVE (Sistema de alimentación específico del vehículo).

En edificios o estacionamientos de nueva construcción deberá incluirse la instalación eléctrica específica para la recarga de vehículos eléctricos. Se ejecutará de acuerdo con lo establecido en la ITC-BT-52 [1] en aparcamiento o estacionamientos públicos permanentes. De tal manera, que es necesario

prever una estación de recarga de vehículo eléctrico por cada 40 plazas de aparcamiento.

Se empleara el “modo de carga 2”, el cual, se trata de la conexión del vehículo a la red de alimentación de corriente alterna no excediendo de 32 A y 250 V en corriente alterna o 480 V en trifásico,, se utilizaran tomas de corriente normalizadas monofásicas o trifásicas y usando los conductores activos y de protección junto con una función de control piloto y un sistema de protección para las personas, contra el choque eléctrico (dispositivo de corriente diferencial), entre el vehículo eléctrico y la clavija, o como parte de la caja de control situada en el cable.

Se empleará el “modo de carga 2”, debido a que para potencias mayores de 3,7 kW y menos o iguales de 22 kW como es el caso concreto, se pueda garantizar la interconectividad del vehículo eléctrico a los puntos de recarga.

En los locales cerrados se podrá realizar la operación de recarga de baterías siempre que dicha operación se realice sin desprendimiento de gases durante la recarga y que dichos locales no estén clasificados como locales de riesgo de incendio o explosión según la ITC BT 29 [1]. En dicho local, se colocará un cartel reflectante en el punto de recarga que identifique que no está permitida la recarga de baterías con desprendimiento de gases.

Los circuitos de recarga colectivos discurrirán por zonas comunes preferentemente.

Se admitirá que la línea general de alimentación tenga derivaciones de menor sección si se garantiza la protección de dichas derivaciones contra sobrecargas.

La potencia instalada en los circuitos de recarga colectivos trifásicos se ajustará generalmente a uno de los escalones de la siguiente tabla:

$U_{nominal}$	Interruptor automático de protección en origen circuito de recarga	Potencia instalada	Nº máximo de estaciones de recarga por circuito
230/400 V	16 A	11085 W	3
230 / 400 V	32 A	22170 W	6
230 / 400 V	50 A	34641 W	9
230 / 400 V	63 A	43647 W	12

Tabla 38. Potencias instaladas normalizadas de los circuitos de recarga colectivos destinados a alimentar estaciones de recarga.

Cuando se instale un circuito de recarga colectivo que alimente a varias estaciones de recarga, cada circuito partirá de un interruptor automático para su protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Aguas arriba de cada interruptor automático y en el mismo cuadro se instalará un interruptor general automático para la protección general de todos los circuitos de recarga.

El sistema de iluminación en la zona donde se encuentre prevista la realización de la recarga, garantizara que durante las operaciones y maniobras necesarias para el inicio y terminación de la recarga exista un nivel de iluminancia horizontal mínima a nivel de suelo de 50 lux.

La caída de tensión máxima admisible en cualquier circuito desde su origen hasta el punto de recarga no será superior al 5%. Los conductores empleados serán de cobre y su sección no será inferior a 2,5 mm².

El circuito que alimenta el punto de recarga será un circuito dedicado y no se empleará para alimentar ningún otro equipo eléctrico, salvo los consumos auxiliares relaciones con el propio sistema de recarga, entre los que se puede incluir la iluminación de la estación de recarga.

La instalación fija para la recarga del vehículo eléctrico deberá contar con las bases de toma de corriente que correspondan con el modo de carga y ubicación de la estación de recarga conforme con el punto de conexión, de forma que se evite la utilización de prolongadores o adaptadores por parte de los usuarios de los servicios de recarga.

La tensión nominal de las instalaciones eléctricas para la recarga del vehículo eléctrico alimentada desde el cuadro general del edificio será de 230 / 400 V.

Las canalizaciones necesarias para la instalación de puntos de recarga cumplirán con los requisitos que se establecen en las diferentes ITC – BT – 28 [1].

Si los cables de alimentación de la estación de recarga discurren por el exterior, dichos cables serán de tensión asignada 0,6/1 kV.

El punto de conexión se situará junto a la plaza o plazas a alimentar, y se instalará de forma fija en una envolvente. La altura mínima de instalación de las tomas de corriente y conectores será de 0,6 m sobre el nivel del suelo, aunque se instalará a la altura recomendada de 1,5 m para evitar que sea golpeado por los vehículos.

El circuito para la alimentación de la estación de recarga del vehículo eléctrico deberá disponer siempre de conductor de protección, y la instalación general deberá disponer de toma de tierra.

Serán admitidas exclusivamente las medidas establecidas en la ITC BT 24 [1] contra contactos directos según los apartados 3.1, protección por aislamiento de las partes activas, o 3.2, protección por medio de barreras o envolventes, así como las medidas protectoras contra contactos indirectos según los apartados 4.1, protección por corte automático de la alimentación, 4.2, protección por empleo de la clase II o por aislamiento equivalente, o 4.5, protección por separación eléctrica.

Cada punto de conexión deberá protegerse individualmente mediante un dispositivo de protección diferencial de corriente diferencial – residual asignada máxima de 30 mA. Con objeto de garantizar la selectividad la protección diferencial instalada en el origen del circuito de recarga colectivo será selectiva o retardada con la instalación aguas abajo. Dichos dispositivos de protección diferencial serán de clase A.

Los grados de protección contra la penetración de cuerpos sólidos y acceso a partes peligrosas, contra la penetración del agua y contra impactos mecánicos de la estación de recarga se podrá obtener mediante el empleo de envolvente múltiples proporcionando el grado de protección el conjunto de las envolventes completamente montadas. El grado de protección será IP4X o IPXXD debido a que se encuentra en el interior.

Los equipos instalados en emplazamientos en los que circulen vehículos eléctricos estarán protegidos frente a daños mecánicos externos del tipo impacto de severidad elevada (AG3). La protección del equipo garantizara a través de alguno de los medios siguientes:

- Emplazando el material eléctrico en una ubicación en la que este no se encuentre sujeto a un riesgo de impacto previsible.
- Disponiendo algún tipo de protección mecánica adicional en aquellas zonas en las que el equipo se encuentre sujeto al riesgo de impacto.
- Seleccionando el material eléctrico con un grado de protección contra daños mecánicos de acuerdo con lo especificado en los apartados 6.2.3.1 y 6.2.3.2.
- Usando la combinación de alguna o todas las medidas anteriores.

Las envolventes garantizan como mínimo un grado de protección IK08 contra impactos mecánicos externos.



Los circuitos de recarga, hasta el punto de conexión, se protegerán contra sobrecargas y cortocircuitos con dispositivos de corte omnipolar, curva C, dimensionados según los requisitos de la ITC BT 22 [1].

Todos los circuitos estarán protegidos contra sobretensiones temporales y transitorias. Los dispositivos de protección contra sobretensiones temporales están previstos para una máxima sobretensión entre fase y neutro hasta 440 V. los dispositivos de protección contra sobretensiones temporales deberán ser adecuados a la máxima sobretensión entre fase y neutro prevista.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias estarán instalados lo más próximo posible del origen de la instalación o en el cuadro principal de mando y protección, lo más cerca posible de la instalación eléctrica del edificio.



Capítulo 3. Centro de transformación

En este capítulo se va a definir las características del centro de transformación destinado al suministro de energía eléctrica de nuestro edificio, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo.

3.1. Características generales del centro de transformación

El centro de transformación que se va a emplear en el dicho a proyectar, es del tipo cliente o abonado, el cual, tiene la misión de suministrar energía a la residencia de estudiantes, realizándose la medición de la energía en media tensión.

La energía eléctrica necesaria será suministrada por la compañía distribuidora Unión Fenosa Distribución (UFD), a la tensión trifásica de 15 kV y con una frecuencia de 50 Hz.

La acometida se realizará por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de media tensión que se van a emplear son los siguientes:

- Un equipo compacto de tres funciones modelo “cgmcosmos”, el cual, dispondrá de aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles “in situ” a derecha e izquierda, sin necesidad de reposición del gas.
- Celdas modulares de aislamiento y corte en gas modelo “cgmcosmos”, extensibles “in situ” a derecha e izquierda, sin necesidad de reposición del gas.

La potencia total instalada del centro de transformación será de 400 kVA, la cual, será necesaria para atender a las necesidades de suministro del edificio a proyectar, las cuales son:

- Potencia máxima simultánea: 276,26 kW
- Tensión: 400 V.

3.2. Descripción de la instalación

3.2.1. Características de los materiales

3.2.1.1. Edificio de seccionamiento

El edificio de seccionamiento que se va a emplear es de la marca Ormazábal modelo cms.21.

3.2.1.2. Edificio del centro de transformación

El edificio para el centro de transformación que se va a emplear es de la marca Ormazábal modelo pfu.4/20.

3.2.1.3. Instalación eléctrica

3.2.1.3.1. Características de la red de alimentación

La red de alimentación del centro de transformación es subterránea, con una tensión de 15 kV, además dispone de un nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12 [35], y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de la realización de la acometida, según los datos que proporciona unión Fenosa distribución es de 350 MVA, de tal manera, que se tiene una corriente de cortocircuito de 13,472 kA eficaces.

3.2.1.3.2. Características de la aparamenta de media tensión y baja tensión

En la instalación de la media tensión se van a emplear los siguientes tipos.

Celdas de línea: cgmcosmos-3L

Se trata de una celda compacta con envolvente metálica, la cual, está constituida por tres funciones de línea o interruptor en carga, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

La posición de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Además, presenta captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de

alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducirse la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

Tiene las siguientes características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV.
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A.
- Intensidad asignada en las entradas/salidas: 400 A.
- Intensidad de corta duración (1 sg) eficaz: 16 kA.
- Intensidad de corta duración (1 sg) cresta: 40 kA.
- Nivel de aislamiento:
- ✓ Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV.
- ✓ Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV.
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA.
- Capacidad de corte: 400 A.
- Clasificación IAC: AFL.

Celda de remonte de cables o celda remonte cliente: cgmcosmos-rc

Se trata de una celda con envolvente metálica, la cual, está constituida por un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, la cual, permite efectuar el remonte de cables desde la parte inferior a la parte superior de las celdas.

La celda se une mecánicamente a las celdas adyacente para evitar el acceso a los cables.

Dispone de las siguientes características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV.
- Clasificación IAC: AFL.

Celda de protección con interruptor automático de vacío: cgmcosmos-v

Esta celda está constituida por un módulo metálico con aislamiento de gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones, y en serie con él, un interruptor automático de corte en vacío, enclavado con el seccionador. La puesta a tierra de los cables de acometida se realiza a través del interruptor automático. La conexión de cables es inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de

tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra.

Dispone de las siguientes características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV.
- Intensidad asignada: 400 A.
- Nivel de aislamiento:
- ✓ Frecuencia nominal (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV.
- ✓ Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV.
- ✓ Capacidad de cierre (cresta): 400 A.
- ✓ Capacidad de corte en cortocircuito: 16 kA.
- Clasificación IAC: AFL.

Otras características a tener en cuenta:

- Mando interruptor automático: manual RAV.
- Relé de protección: ekor.rpg-2001B.

Celda de medida: cgmcosmos-m

Es una celda de medida construida en chapa galvanizada, la cual, permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Dispone de las siguientes características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV.
- Clasificación IAC: AFL.

Además, los transformadores de medida de los que se van a disponer son:

- 3 transformadores de tensión (TT).
- 3 transformadores de intensidad (TI).

De tal manera, que serán de aislamiento seco y estarán contruidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, las cuales son las siguientes:

Transformadores de tensión (TT)

Tendrán las siguientes características:

- Relación de transformación: 16500/V3 / 110/V3 – 110/3 V.
- Sobretensión admisible en permanencia: 1,2 U_n en permanencia y 1,9 U_n durante 8 horas.
- Medida:
- ✓ Potencia: 15 VA.
- ✓ Clase de precisión: 0,2 sg.
- Protección:
- ✓ 30 VA.
- ✓ Clase de precisión: 3P.

Para el caso de los transformadores de tensión, y en cumplimiento de los procedimientos de operación del operador del sistema, se garantizará la carga de al menos el 50% de la carga de precisión del secundario de medida. En caso necesario, se instalarán cargas artificiales para conseguirlo, dichas cargas irán en una caja independiente lo más cerca posible de los transformadores.

Transformadores de intensidad (TI)

Tendrán las siguientes características:

- Relación de transformación: 10-20/5 A.
- Intensidad térmica: 80 I_n (mínimo 5 kA).
- Sobreintensidad admisible en permanencia: F_s ≤ 5.
- Medida:
- ✓ Potencia: 5 VA.
- ✓ Clase de precisión: 0,2 sg.

Transformador de aceite 24 kV

El transformador que se va a emplear será un transformador trifásico reductor de tensión, estará construido según la normativa vigente, con el neutro accesible en el secundario, con una potencia de 400 kVA y refrigeración natural de aceite, con una tensión primaria de 15 kV y una tensión secundaria de 420 V en vacío (B2).

Otras características constructivas a tener en cuenta son:

- Regulación en el primario: ±5%, ±2,5%.
- Tensión de cortocircuito (E_{cc}): 4%.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Protección incorporada al transformador: Relé DGPT2.

Cuadros de baja tensión: Cuadro BT-B2 Transformador: Interruptor en carga + fusibles

Se trata de un conjunto de aparataje de baja tensión, cuya función es recibir el circuito principal de baja tensión procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales. El cual, dispondrá de los siguientes componentes:

- Interruptor manual de corte en carga de 630 A.
- 1 salida formada por bases portafusibles.
- Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA.
- Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.
- Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.
- Bornas (alimentación a alumbrado) y pequeño material.

Dispondrá de las siguientes características eléctricas:

- Tensión asignada: 440 V.
- Nivel aislamiento:
- ✓ Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 10 kV.
- ✓ Frecuencia industrial (1 min) entre fases: 2,5 kV.
- ✓ Impulso tipo rayo a tierra y entre fases: 20 kV.

Material vario de media tensión y baja tensión

Dicho material, es aquel que forma parte del conjunto del mismo, pero que no ha sido descrito en las características del equipo ni en las características de la aparataje.

Interconexiones de media tensión

Los puentes de media tensión en el transformador se realizarán con cables MT 12/20 kV del tipo RHZ1-1 OI, unipolares, 1x95 mm² Al.

La terminación al transformador será de EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224. En el otro extremo, es decir, en la celda, serán del mismo tipo.

Interconexiones de baja tensión

Los puentes del transformador al cuadro de baja tensión serán conductores de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, tipo RZ1 1x240 mm² Al sin

armadura, y todos los accesorios para la conexión, estarán formados por un grupo de cables 3xfase+3xneutro.

Defensa del transformador

Se tratará de una protección física mediante una protección metálica con cerradura enclavada con la celda de protección correspondiente.

Equipo de iluminación

Permitirá la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias. Además, dispondrá de un equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

3.2.1.3.3. Medida de la energía eléctrica

Consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación, dentro del interior de un armario homologado.

Unidad de protección: ekor.rpg

Es una unidad digital de protección desarrollada para su aplicación en la función de protección con interruptor automático. Es autoalimentado a partir de 5 A a través de transformadores de intensidad toroidales, comunicable y configurable por software con histórico de disparos.

Entre sus características, cabe destacar:

- Rango de potencias: 50 kVa – 25 MVA.
- Protección contra sobreintensidad.
- Fases: 3x50/51.
- Neutro: 50N / 51 N.
- Neutro sensible: 50 Ns/ 51 Ns.
- Función de protección:
- ✓ Disparo exterior.
- ✓ Reenganchador.
- ✓ Detección de faltas de tierra desde 0,5 A.
- Posibilidad de pruebas por primario y secundario.
- Configurable por software (RS – 232) y comunicable (RS-485).
- Histórico de disparos.
- Medidas de intensidad de fase y homopolar: I_1 , I_2 , I_3 e I_0 .
- Autoalimentación a partir de 5 A en una fase.

- Opcional con control integrado (alimentación auxiliar).

Dispone de los siguientes elementos:

- Relé electrónico que dispone en su caratula frontal de teclas y display digital para realizar el ajuste y visualizar los parámetros de protección, medida y control. Para la comunicación dispone de un puerto frontal RS232 y en la parte trasera un puerto RS485 (5 kV).
- Los sensores de intensidad son transformadores toroidales de relación 300 A /1 A y 1000 A/ 1 A, dependiendo de los modelos.
- Para la opción de protección homopolar ultrasensible se coloca un toroidal adicional que abarca las tres fases. En el caso de que el equipo sea autoalimentado (desde 5 A por fase) se debe colocar un sensor adicional por fase.
- La tarjeta de alimentación acondiciona la señal de los transformadores de autoalimentación y la convierte en una señal de CC para alimentar el relé de forma segura. Dispone de una entrada de 230 V en ca para alimentación auxiliar exterior.
- El disparador biestable es un actuador electromecánico de bajo consumo integrado en el mecanismo de maniobra del interruptor.

Otras características:

- $I_{th}/I_{din} = 20 \text{ kA} / 50 \text{ kA}$
- Temperatura = $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ a $60 \text{ }^\circ\text{C}$
- Frecuencia = 50 Hz; $60 \text{ Hz} \pm 1 \%$

Unidad compacta de telecontrol: ekor.uct

Es una unidad compacta de telecontrol desarrollada para la automatización y telemando mediante control integrado en centros de transformación y centros de reparto. Incluye funciones de alimentación segura, terminal remoto y comunicaciones.

Tiene las siguientes características:

- Independencia entre ekor.uct y el número de celdas automatizadas en la instalación
- Interconexiones estándar entre los equipos de control y las celdas
- Componentes ensamblados y probados en fábrica
- Puesta en servicio sin descargo de MT
- Evita la instalación de bandejas para las mangueras de control y protección.

- Tipos: mural o sobre celda.
- Compartimento de Distribución
- Remota de telemando
- Batería + cargador
- Protecciones
- Compartimento de Comunicaciones
- Posibilidad GSM, Radio, F.O, RTC

Controlador de celdas programable: ekor.ccp

Está basado en un microprocesador con estructura PC y sistema operativo Linux, flexible y programable, de aplicación en el telecontrol y automatización de los centros de transformación y centros de reparto.

Tiene las siguientes características:

- Display gráfico
- Pulsadores de maniobra
- 4 puertos de comunicación: un puerto frontal de configuración (RS-232), dos puertos RS-232 para comunicación con dispositivos externos, y un puerto RS-485/422 para su uso como red local con otros dispositivos.
- Hasta 32 posiciones
- Protocolos de comunicación:
 - ✓ IEC-870-5-101
 - ✓ IEC-870-5-104
 - ✓ Procome
 - ✓ ModBus
 - ✓ Pid1, Gestel, Sab20
 - ✓ CcpCom
- Posibilidad de automatismos (transferencia, enclavamientos, etc.)
- Registro histórico de más de 1000 eventos

Unidad de control integrado: ekor.rci

Es una unidad de control integrado para la supervisión y control función de la línea, está compuesta por un relé electrónico y sensores de intensidad. Totalmente comunicable, dialoga con la unidad remota para las funciones de telecontrol y dispone de capacidad de mando local.

Procesan las medidas de intensidad y tensión, sin necesidad de convertidores auxiliares, eliminando la influencia de fenómenos transitorios, y calculan las magnitudes necesarias para realizar las funciones de detección de sobreintensidad, presencia y ausencia de tensión, paso de falta direccional o

no, etc. Al mismo tiempo, determinan los valores eficaces de la intensidad que informan del valor instantáneo de dichos parámetros de la instalación. Disponen de display y teclado para visualizar, ajustar y operar de manera local la unidad, así como puertos de comunicación para poderlo hacer también mediante un ordenador, bien sea de forma local o remota. Los protocolos de comunicación estándar que se implementan en todos los equipos son MODBUS en modo transmisión RTU (binario) y PROCOME, pudiéndose implementar otros protocolos específicos dependiendo de la aplicación.

Dispone de las siguientes características:

- Funciones de Detección:
 - ✓ Detección de faltas fase - fase (curva TD) desde 5 A a 1200 A.
 - ✓ Detección de faltas fase - tierra (curva NI, EI, MI y TD) desde 0,5 A a 480 A.
 - ✓ Asociado a la presencia de tensión.
 - ✓ Filtrado digital de las intensidades magnetizantes.
 - ✓ Curva de tierra: inversa, muy inversa y extremadamente inversa.
 - ✓ Detección Ultrasensible de defectos fase-tierra desde 0,5 A.
- Presencia / Ausencia de Tensión:
 - ✓ Acoplo capacitivo (pasatapas).
 - ✓ Medición en todas las fases L1, L2, L3.
 - ✓ Tensión de la propia línea (no de BT).
- Paso de Falta / Seccionalizador Automático
- Intensidades Capacitivas y Magnetizantes
- Control del Interruptor:
 - ✓ Estado interruptor-seccionador.
 - ✓ Maniobra interruptor-seccionador.
 - ✓ Estado seccionador de puesta a tierra.
 - ✓ Error de interruptor.
- Detección Direccional de Neutro

Otras características:

- $I_{th}/I_{din} = 20 \text{ kA} / 50 \text{ kA}$
- Temperatura = $-10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Frecuencia = 50 Hz ; $60 \text{ Hz} \pm 1 \%$
- Comunicaciones: Protocolo MODBUS(RTU)/PROCOME

Telecontrol tipo ufd

El armario de telecontrol sobre celda, incluye:

- Remota de telecontrol, la cual, está compuesta por un ekor.ccp y dos detectores de paso de falta direccionales ekor.rci.
- Fuente de alimentación modelo ekorBAT 200 + baterías.
- Router GPRS/3G Ethernet + antena GPRS.

La funcionalidad de cada celda de línea y el equipamiento necesario es:

- Izquierda: tele mandada (mando motor).
- Central: tele controlada (mando motor, sensores y detector de paso de falta).
- Derecha: tele controlada (mando motor, sensores y detector de paso de falta).

3.3. Puesta a tierra

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el centro de transformación se unirán a tierra de protección. No se unirán a tierra, las rejillas y puertas metálicas del centro de transformación, si dichos elementos son accesibles desde el exterior.

Con el objeto de evitar tensiones peligrosas en el lado de baja tensión, debido a las posibles faltas que se puedan producir en la red de media tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conectara a una toma de tierra independiente del sistema de media tensión, de tal forma, que no pueda existir la influencia en la red general de tierra, para ello, se empleara un cable de cobre aislado.

3.4. Instalaciones secundarias

3.4.1. Alumbrado

El interruptor ira situado al lado de la puerta de entrada, de tal forma, que su accionamiento no represente un peligro, debido a su proximidad con la red de media tensión. Además, el interruptor accionara los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

3.4.2. Protección contra incendios

Se colocará dentro del centro de transformación un extintor de eficacia 89B, el cual, se colocará siempre que sea posible en el exterior de la instalación

para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

3.4.3. Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se garantizará que:

- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si están no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamiento interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación con este, incluso en el eventual caso de inundación del centro de transformación.
- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

Capítulo 4: Sistema de captación solar térmica para ACS y cumplimiento del DB HE 4 del CTE “Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de ACS”

El presente capítulo tiene por objeto el diseño de la instalación de agua caliente sanitaria, mediante el empleo de un sistema de energía solar térmica.

4.1. Legislación y normativa vigente

La normativa aplicada ha sido la siguiente:

- Documento Básico HE 4 del Código Técnico de la Edificación (CTE DB HE 4). Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria [6].
- RD 891/1980, de 14 de abril, sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de julio de 1980 [58].
- Norma UNE-EN 12976-1. Sistemas solares térmicos y sus componentes. Sistemas prefabricados. Parte 1: Requisitos generales [59].
- Norma UNE-EN 12976-2. Sistemas solares térmicos y sus componentes. Sistemas prefabricados. Parte 2: Métodos de ensayo [60].
- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) [4].
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) [1].

4.2. Descripción de la instalación

En el presente apartado se va a definir cada uno de los componentes necesarios para un correcto funcionamiento de la instalación solar térmica implementada en el presente proyecto.

4.2.1. Emplazamiento de la instalación

Las coordenadas geográficas del emplazamiento de la residencia de estudiantes son:

- Latitud: 40° 56' 24" N
- Longitud: 4° 7' 12" O

4.2.2. Características de la superficie donde se instalarán los captadores. Orientación, inclinación y sombras.

Los captadores estarán orientados hacia el sur (180°) y dispondrán de una inclinación de 45° . El campo de captadores estará situado en la cubierta del edificio, según plano de planta adjunto en el anexo de planos.

La orientación e inclinación del sistema de captación, así como las posibles sombras sobre el mismo, serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites especificados en la siguiente tabla:

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30%
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Tabla 39. Límites máximos de orientación, inclinación y sombras de los captadores solares.

Para el cálculo de las pérdidas de radiación solar por sombras, se ha aplicado el caso general, de tal manera, que se tienen unas pérdidas por orientación e inclinación del 4,36%.

4.2.3. Tipo de instalación

El sistema de captación solar para consumo de agua caliente sanitaria (ACS) será de la siguiente forma:

- Por el principio de circulación a emplear, se clasifica el sistema como una instalación con circulación forzada.
- Por el sistema de transferencia de calor a emplear, se clasifica el sistema como una instalación con intercambiador de placas exteriores con acumulador solar.
- Por el sistema de expansión a emplear, se clasifica el sistema como un sistema cerrado.
- Por el tipo de aplicación que tendrá, se clasifica como una instalación para calentamiento de agua.

4.2.4. Captadores. Curvas de rendimiento.

El modelo de captador que se empleará será de la marca Vaillant, modelo auroTHERM VFK 125, estará dispuesto en paralelo, de tal manera, que se tendrán un total de 28 captadores, teniendo un total de 7 baterías con 4 captadores por batería.

El modelo elegido tiene las siguientes características:

- Captador plano de alto rendimiento.
- Dimensiones: 2033x1233x80 mm.
- Peso: 38 kg.
- Contenido del fluido: 1,85 litros.
- Aislamiento: 400 mm lana de roca.
- Transmitancia de la cubierta: 89%.
- Absortancia del absorbedor: 90%.
- Emitancia: 10%.
- Rendimiento óptico: 0,753.
- Coeficiente lineal de pérdidas térmicas: 3,94 W/m²k.
- Coeficiente cuadrático de pérdidas térmicas: 0,017 W/m²k².
- Temperatura de estancamiento: 190 °C.



Ilustración 10. Captador solar térmico marca Vaillant, modelo auroTHERM VFK 125.

El captador seleccionado poseerá la certificación emitida por el organismo competente en la materia, según lo regulado en el RD 891/1980, de 14 de abril, sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de julio de 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares, o la certificación o condiciones que considere la reglamentación que lo sustituya.

En el anexo se adjunta las curvas de rendimiento de los captadores adoptados y sus características (dimensiones, superficie de apertura, caudal recomendado de circulación del fluido caloportador, pérdida de carga, etc.).

4.2.5. Disposición de los captadores

Los captadores se dispondrán en filas constituidas por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes durante los trabajos de mantenimiento, sustitución, etc.

Dentro de cada fila o batería los captadores se conectarán en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo se obtendrá teniendo en cuenta las limitaciones especificadas por el fabricante.

Se dispondrá de un sistema para asegurar igual recorrido hidráulico en todas las baterías de captadores. En general, se debe alcanzar un flujo equilibrado

mediante el sistema de retorno invertido. Si esto no es posible, se puede controlar el flujo mediante mecanismos adecuados, como válvulas de equilibrado.

La entrada de fluido caloportador se efectuará por el extremo inferior del primer captador de la batería y la salida por el extremo superior del último.

La entrada tendrá una pendiente ascendente del 1% en el sentido de avance del fluido caloportador.

4.2.6. Fluido caloportador

Para evitar riesgos de congelación en el circuito primario, el fluido caloportador incorporará anticongelante.

Como anticongelantes podrán utilizarse productos ya preparados o mezclados con agua. En ambos casos, deben cumplir la reglamentación vigente. Además, su punto de congelación debe ser inferior a la temperatura mínima histórica (-17°C) con un margen de seguridad de 5°C .

En cualquier caso, su calor específico no será inferior a 3 KJ/kgK (equivalente a $0.7 \text{ Kcal/kg}^{\circ}\text{C}$).

Se deberán tomar las precauciones necesarias para prevenir posibles deterioros del fluido anticongelante cuando se alcanzan temperaturas muy altas. Estas precauciones deberán de ser comprobadas de acuerdo con UNE-EN 12976-2.

La instalación dispondrá de los sistemas necesarios para facilitar el llenado de la misma y asegurar que el anticongelante está perfectamente mezclado.

Es conveniente disponer un depósito auxiliar para reponer las posibles pérdidas de fluido caloportador en el circuito. No debe utilizarse para reposición un fluido cuyas características sean incompatibles con el existente en el circuito.

En cualquier caso, el sistema de llenado no permitirá las pérdidas de concentración producidas por fugas del circuito y resueltas mediante reposición con agua de la red.

En este caso, se ha elegido como fluido caloportador una mezcla comercial de agua y propilenglicol al 38%, con lo que se garantiza la protección de los

captadores contra rotura por congelación hasta una temperatura de -22°C , así como contra corrosiones e incrustaciones, ya que dicha mezcla no se degrada a altas temperaturas. En caso de fuga en el circuito primario, cuenta con una composición no tóxica y aditivos estabilizantes.

Las principales características de este fluido caloportador son las siguientes:

- Densidad: 1057.87 Kg/m^3 .
- Calor específico: 3.498 KJ/kgK .
- Viscosidad (60°C): 3.93 mPas .

4.2.7. Deposito acumulador

4.2.7.1. Volumen de acumulación

El volumen de acumulación se ha seleccionado cumpliendo con la siguiente especificación:

$$50 < \frac{V}{A} < 180$$

donde:

A: Suma de las áreas de los captadores.

V: Volumen de acumulación expresado en litros.

El modelo de acumulador o depósito de inercia que se empleará será un depósito de la marca Lapesa modelo Master inercia MV-6000-IB, el cual tiene las siguientes características:

- Compatible con sistemas centralizados de energía solar térmica.
- Capacidad: 6000 litros.
- Presión máxima de trabajo: 6 bar.
- Temperatura máxima de trabajo: 110°C .
- Aislamiento térmico: PU rígido inyectado en molde (libre de CFC/HCFC, $0,025 \text{ W/m}^{\circ}\text{k}$)
- Instalación vertical u horizontal.
- Diámetro exterior: 1910 mm.
- Altura: 3210 mm.
- Diagonal: 3735 mm.



Ilustración 11.
Acumulador marca
Lapesa modelo master
inercia MV-6000-IB.

4.2.7.2. Conjuntos de captación

El volumen de acumulación y área de intercambio totales, será:

- Volumen de captación total: 6000 litros.
- Superficie de captación total: 65,80 m².

4.2.8. Energía auxiliar

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica en cualquier circunstancia, la instalación de energía solar debe contar con un sistema de energía auxiliar.

Este sistema de energía auxiliar deberá tener suficiente potencia térmica para proporcionar la energía necesaria para la producción total de agua caliente sanitaria, en ausencia de radiación solar. La energía auxiliar se aplicará en el circuito de consumo, nunca en el circuito primario de captadores.

El sistema de aporte de energía auxiliar con acumulación o en línea dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación. En el caso de que el sistema de energía auxiliar no disponga de acumulación, es decir, sea una fuente de calor instantánea, el equipo será capaz de regular su potencia de forma que se obtenga la temperatura de manera permanente, con independencia de cuál sea la temperatura de agua de entrada al citado equipo.

El tipo de energía auxiliar que se empleara será gas natural, mediante una caldera instantánea conectado al depósito de inercia, la caldera que se empleara una viessmann vitodens 200 W B2HF con una potencia de 200 W.



Ilustración 12. Caldera mural de gas marca Viessmann modelo Vitodens 200 W B2HF.

4.2.9. Circuito hidráulico

El caudal de fluido portador se determina de acuerdo con las especificaciones del fabricante, según se podrá observar en el apartado de cálculo.

4.2.9.1. Bombas de circulación

La bomba necesaria para el circuito primario, deberá tener el siguiente punto de funcionamiento:

- Caudal: 3950 l/h.
- Presión: 40809,6 Pa.

Los materiales constitutivos de la bomba en el circuito primario serán compatibles con la mezcla anticongelante.

La bomba necesaria para el circuito entre el intercambiador de placas y el acumulador deberá tener el siguiente punto de funcionamiento:

- Caudal: 3950 l/h.
- Presión: 24328,8 Pa.

El modelo de bombas de circulación que se empleará será Wilo Star-Z 20/7-3, las cuales tienen las siguientes características:

- Presión máxima de trabajo: 10 bar.
- Altura máxima de impulsión: 6 metros.
- Caudal máximo: 6 m³/h
- Temperatura mínima del fluido: 2°C.
- Temperatura máxima del fluido: 65°C.



Ilustración 13. Bomba de circulación Wilo Star-Z 20/7-3.

4.2.9.2. Tuberías

Las tuberías que se emplearán para el circuito primario tendrán las siguientes características:

- Material: Cobre.
- Disposición: irán colocadas superficialmente con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco.

Las tuberías que se emplearán para el circuito entre el intercambiador de placas y el acumulador, tendrán las siguientes características:

- Material: Polietileno reticulado (Pe-X).
- Disposición: irán colocadas superficialmente con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.

4.2.9.3. Vaso de expansión

El sistema de expansión que se va a emplear en la instalación de este proyecto será cerrado, de tal forma que, incluso después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba de circulación del circuito de captadores, justo cuando la radiación solar sea máxima, se pueda establecer la operación automática cuando la potencia esté disponible de nuevo.

4.2.9.4. Purgadores

Se emplearán purgadores automáticos, ya que no está prevista la formación de vapor en el circuito. Deben soportar, al menos, la temperatura de estancamiento del captador y, en cualquier caso, hasta 130 °C.

4.2.9.5. Sistema de llenado

El sistema de llenado del circuito primario será manual. De tal manera, que la situación del mismo se describe en los planos de dicho proyecto.

4.2.10. Sistema de control

El sistema de control asegurara el correcto funcionamiento de la instalación, facilitando un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando el uso adecuado de la energía auxiliar. De tal manera, que ha sido seleccionada una centralita de control para sistema de captación solar, con sondas de temperatura, las cuales, tendrán las siguientes funciones:

- Control de la temperatura del captador solar.
- Control y regulación de la temperatura del acumulador solar.
- Control y regulación de la bomba en función de la diferencia de temperaturas entre captador y acumulador.

El sistema de control que se empleará será una centralita de control de la marca Vaillant modelo auroMATIC 560.

4.2.11. Diseño y ejecución de la instalación

4.2.11.1. Esquema general de la instalación

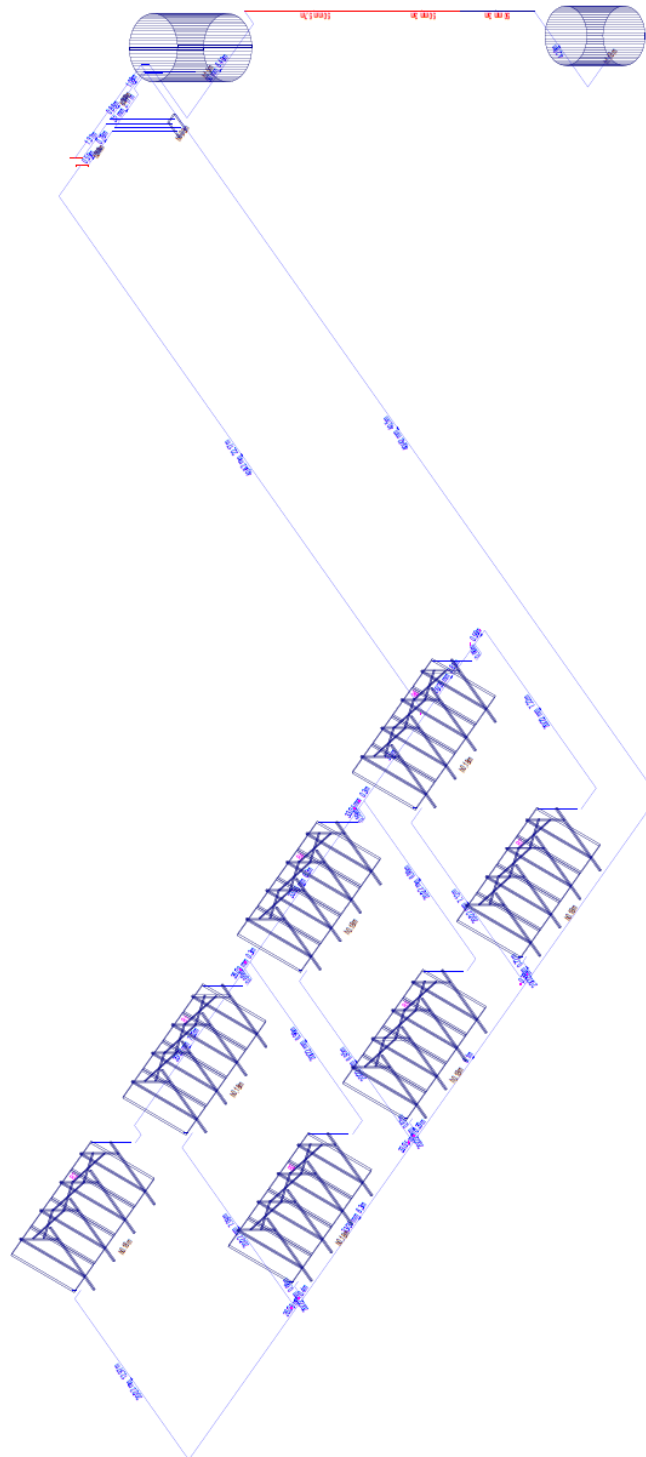


Ilustración 14. Esquema general de la instalación del sistema de captación solar térmica.

4.2.11.2. Esquema de funcionamiento de la instalación

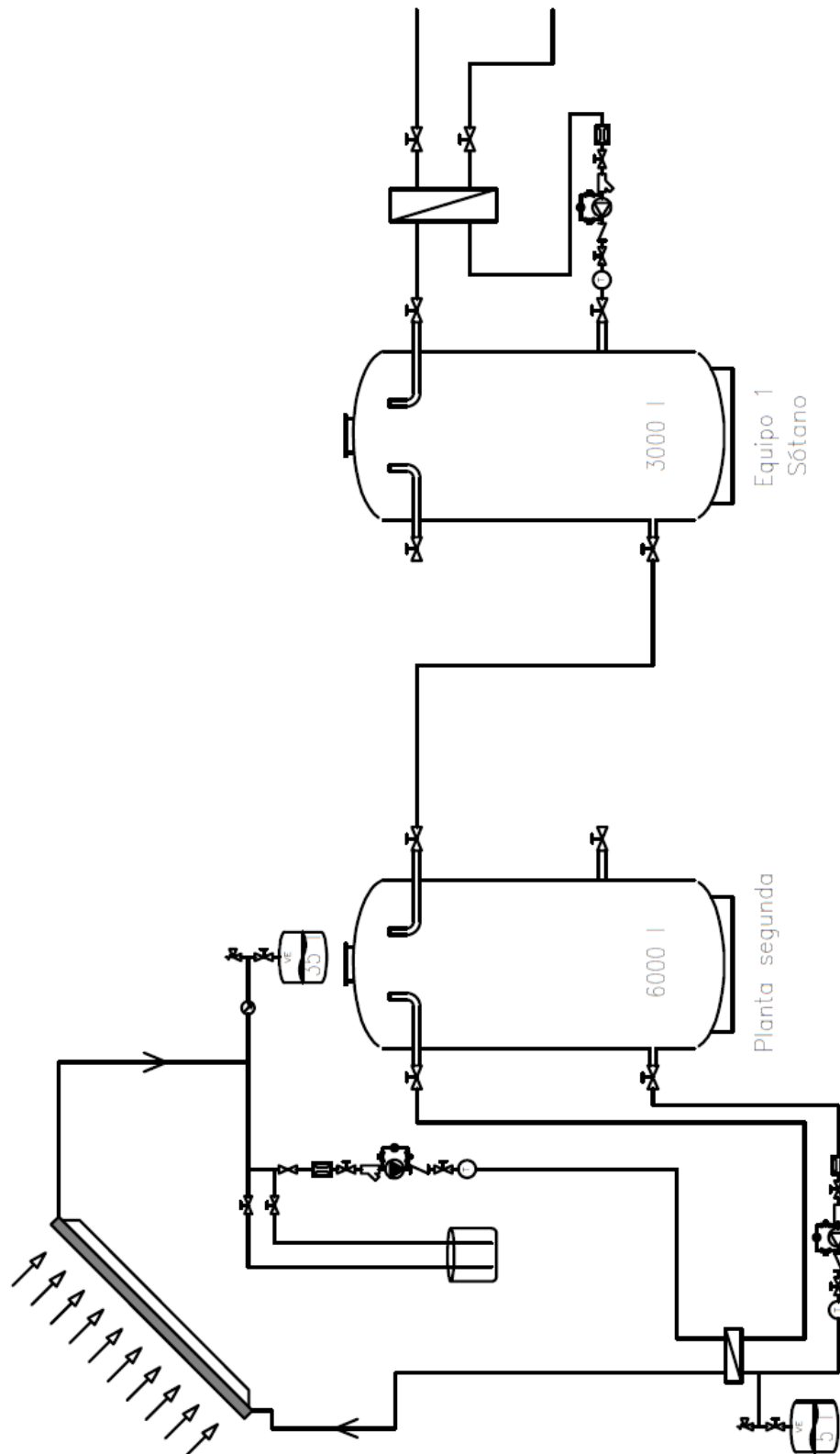


Ilustración 15. Esquema de funcionamiento del sistema de captación solar térmica.

4.2.11.3. Montaje de los captadores

Se aplicará a la estructura soporte las exigencias básicas del Código Técnico de la Edificación en cuanto a seguridad.

El diseño y construcción de la estructura y sistema de fijación de los captadores debe permitir las necesarias dilataciones térmicas, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuadas, de forma que no se produzcan flexiones en el captador superior a las permitidas por el fabricante.

Los topes de sujeción de la estructura y de los captadores no arrojarán sombra sobre estos últimos.

En el caso de dicho proyecto, el anclaje de los captadores en la cubierta del edificio se realizará mediante una estructura metálica proporcionada por el fabricante, de tal manera, que la inclinación de los captadores será de 60°.

4.2.11.4. Tuberías

El diámetro de las tuberías ha sido dimensionado de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s, y que la pérdida de carga unitaria sea inferior a 40 mmca/m.

4.2.11.5. Válvulas

La elección de las válvulas se realizará de acuerdo con la función que desempeñen, y sus condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura), se seguirán los siguientes criterios:

- Para aislamiento: válvulas de esfera.
- Para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento.
- Para vaciado: válvulas de esfera o de macho.
- Para llenado: válvulas de esfera.
- Para purga de aire: válvulas de esfera o de macho.
- Para seguridad: válvulas de resorte.
- Para retención: válvulas de disco de doble compuerta o de clapeta.

Las válvulas de seguridad, serán capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera, que,

en ningún caso, se sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

Las válvulas de retención, se situarán en la tubería de impulsión de la bomba, entre la boca y el manguito antivibratorio y, en cualquier caso, aguas arriba de la válvula de intercepción.

Los purgadores automáticos de aire, se construirán con los siguientes materiales:

- Cuerpo y tapa: fundición de hierro o de latón.
- Mecanismo: acero inoxidable.
- Flotador y asiento: acero inoxidable.
- Obturador: goma sintética.

Los purgadores automáticos, serán capaces de soportar la temperatura máxima de trabajo del circuito.

4.2.11.6. Vaso de expansión

Se emplearán vasos de expansión cerrados con membrana. Los vasos de expansión cerrados cumplirán con el Reglamento de Recipientes a Presión, y estarán debidamente timbrados. La tubería de conexión con el vaso de expansión no se aislará térmicamente, y tendrá el volumen suficiente para enfriar el fluido antes de alcanzar el vaso.

El volumen de dilatación, para el cálculo, será como mínimo igual al 4,3% del volumen total de fluido en el circuito primario.

Los vasos de expansión cerrado se dimensionarán de forma que la presión mínima en frío, en el punto más alto del circuito, no sea inferior a 1,5 kg/cm², y que la presión máxima en caliente en cualquier punto del circuito no supere la presión máxima de trabajo de los componentes.

Cuando el fluido caloportador pueda evaporarse bajo condiciones de estancamiento, hay que realizar un dimensionamiento especial para el volumen de expansión.

El depósito de expansión deberá ser capaz de compensar el volumen medio de transferencia de calor en todo el grupo de captadores completo, incluyendo todas las tuberías de conexión entre captadores, incrementado en un 10%.

4.2.11.7. Aislamiento

El aislamiento de los acumuladores cuya superficie sea inferior a 2 m² tendrá un espesor mínimo de 30 mm. Para volúmenes superiores, el espesor mínimo será de 50 mm.

El espesor del aislamiento para el intercambiador de calor en el acumulador no será inferior a 20 mm.

Los espesores de aislamiento (expresados en mm) de tuberías y accesorios situados al interior o exterior, no serán inferiores a los valores especificados en: RITE IT.1.2.4.2.1.1.

Será aconsejable, aunque no forme parte de la instalación solar, el aislamiento de las tuberías de distribución al consumo de ACS. De esta forma, se evitarán pérdidas energéticas en la distribución, que disminuyan el rendimiento de la instalación de captación solar.

4.2.11.8. Purga de aire

El trazado del circuito favorecerá el desplazamiento del aire atrapado hacia los puntos altos.

Los trazados de tuberías horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación.

En los puntos altos de la salida de baterías de captadores, y en todos aquellos puntos de la instalación, donde se pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purgado, que estarán constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil de cada botellín será superior a 100 cm³.

Este volumen se podrá disminuir se instala a la salida del circuito solar, y antes del intercambiador, un desaireador con purgador automático.

Las líneas de purgado se colocarán, de tal forma que, no puedan helarse ni se pueda producir acumulación de agua entre líneas. Los orificios de descarga, deberán estar dispuestos para que el vapor o medio de transferencia de calor que salga por las válvulas de seguridad, no cause ningún riesgo a personas, materiales o medio ambiente.

Se evitará el uso de purgadores automáticos cuando se prevea la formación de vapor en el circuito. Los purgadores automáticos deberán soportar, al menos, la temperatura de estancamiento del captador.

4.2.11.9. Sistema de llenado

Los circuitos con vaso de expansión como es el circuito de dicho proyecto, deberán incorporar un sistema de llenado, pudiendo ser manual o automático, que permita llenar el circuito primario de fluido caloportador, y mantenerlo de esta forma presurizado.

En general, es recomendable la adopción de un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de fluido caloportador.

Para disminuir el riesgo de fallo, se evitarán los aportes incontrolados de agua de reposición a los circuitos cerrados, así como la entrada de aire, debido, a que este último incrementaría el riesgo de fallo por corrosión.

4.2.11.10. Sistema eléctrico y de control

El sistema eléctrico y de control cumplirá con lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), en todos aquellos puntos que sean de aplicación.

Los cuadros estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones, y se construirán de acuerdo con el REBT y con recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

El usuario está protegido contra posibles contactos directos e indirectos.

El rango de temperatura ambiente admisible para el funcionamiento del sistema de control será, como mínimo, de -10 °C a 50 °C.

Los sensores de temperatura deberán soportar los valores máximos previsto para la temperatura en el lugar en que se ubiquen. Deberán soportar, sin alteraciones superiores a 1 °C, una temperatura de hasta 100 °C para las instalaciones de ACS.

La localización e instalación de los sensores de temperatura deberán asegurar un buen contacto térmico con la zona de medición. Para conseguirlo, en el caso de sensores de inmersión, se instalarán en contracorriente con el fluido.

Los sensores de temperatura deberán estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que les rodean.

La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma, que dichas sondas midan exactamente las temperaturas que se desean controlar, instalándose los sensores en los interiores de vainas, y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos.

Las sondas serán, preferentemente, de inmersión. Se tendrá especial cuidado en asegurar una adecuada unión entre las sondas por contacto y la superficie metálica.

4.2.11.11. Sistemas de protección

4.2.11.11.1. Protección contra sobrecalentamientos

El sistema deberá estar diseñado de tal forma que, con altas radiaciones solares prolongadas sin consumo de agua caliente, no se produzcan situaciones en las cuales el usuario tenga que realizar alguna acción especial para llevar el sistema a su estado normal de operación.

Cuando el sistema disponga de la posibilidad de drenaje como protección ante sobrecalentamientos, la construcción deberá realizarse de tal forma que el agua caliente o vapor del drenaje no supongan peligro alguno para los habitantes y no se produzcan daños en el sistema ni en ningún otro material del edificio o vivienda.

Cuando las aguas sean duras, se realizarán las previsiones necesarias para que la temperatura de trabajo de cualquier punto del circuito de consumo no sea superior a 60 °C.

4.2.11.11.2. Protección contra quemaduras

En sistemas de agua caliente sanitaria, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60 °C, deberá ser instalado un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60 °C, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para compensar las pérdidas. Este sistema deberá ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar.



4.2.11.11.3. Protección de materiales y componentes contra altas temperaturas

El sistema está diseñado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por cada material o componente.

4.2.11.11.4. Resistencia a presión

Se deberán cumplir los requisitos de la norma UNE EN 12976-1 [59].

4.2.11.11.5. Prevención de flujo inverso

La instalación del sistema debe asegurar que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes debidas a flujos inversos no intencionados en ningún circuito hidráulico del mismo.

Debido a que el sistema de este proyecto es por circulación forzada, se empleara una válvula antirretorno para evitar flujos inversos.

Capítulo 5: Protección contra incendios y cumplimiento del DB SI del CTE “Seguridad ante incendios”

El presente capítulo tiene por objeto el diseño de los sistemas de protección contra incendios (PCIs) de la residencia de estudiantes proyectada. De tal manera, que se especificara el cumplimiento del CTE DB SI.

5.1. Legislación y normativa vigente

La normativa aplicada ha sido la siguiente:

- Documento Básico SI 1 del Código Técnico de la Edificación (CTE DB SI 1). Propagación interior [5].
- Documento Básico SI 2 del Código Técnico de la Edificación (CTE DB SI 2). Propagación exterior [5].
- Documento Básico SI 3 del Código Técnico de la Edificación (CTE DB SI 3). Evacuación de ocupantes [5].
- Documento Básico SI 4 del Código Técnico de la Edificación (CTE DB SI 4). Instalación de protección contra incendios [5].
- Documento Básico SI 5 del Código Técnico de la Edificación (CTE DB SI 5). Intervención de los bomberos [5].
- Documento Básico SI 6 del Código Técnico de la Edificación (CTE DB SI 6). Resistencia al fuego de la estructura [5].
- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) [4].

5.2. Propagación interior

5.2.1. Compartimentación en sectores de incendio

Las distintas zonas del edificio, se encuentran agrupadas en sectores de incendio, en las condiciones que se establecen en la tabla 1.1. (CTE DB SI 1 Propagación interior) [5], de tal manera, que estarán compartimentadas mediante elementos cuya resistencia al fuego satisfaga las condiciones establecidas en la tabla 1.2 (CTE DB SI 1 Propagación interior) [5].

A efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se ha considerado que los locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos de independencia y las escaleras compartimentadas como sector de incendios, que se encuentren contenidas dentro de dicho sector no formen parte del mismo.

En sectores de “Uso residencial”, los elementos que separan habitaciones para alojamiento, así como oficinas de planta no considerados locales de riesgo especial, poseerán una resistencia al fuego mínima EI60. Además, debido a la superficie construida del establecimiento (mayor de 500 m²), sus puertas de acceso poseerán una resistencia al fuego mínima EI₂ 30-C5.

Las puertas de paso entre sectores de incendio cumplirán una resistencia al fuego EI₂ t-C5, siendo “t”, la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y dos puertas.

Toda zona cuyo uso previsto sea distinto y subsidiario del principio del edificio, o del establecimiento en el que esté integrada, constituirá un sector de incendio diferente cuando supere los límites que están establecidos en la tabla 1.1 (CTE DB SI 1 Propagación interior).

Sector	Sup. construida (m ²)		Uso previsto ⁽¹⁾	Resistencia al fuego del elemento compartimentador ⁽²⁾			
	Norma	Proyecto		Paredes y techos ⁽³⁾		Puertas	
				Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Sc_Aparcamiento_1	-	1154.95	Aparcamiento	EI 120	EI 120	EI ₂ 60-C5	2 x EI ₂ 60-C5
Sc_Residencial Público_1	5000 ⁽⁴⁾	837.81	Pública Concurrencia	EI 90	EI 90	EI ₂ 45-C5	EI ₂ 60-C5
Sc_Residencial Público_2	5000 ⁽⁴⁾	2075.05	Residencial Público	EI 60	EI 90	EI ₂ 30-C5	EI ₂ 60-C5
Sc_Residencial Público_4	5000 ⁽⁴⁾	1412.55	Residencial Público	EI 60	EI 90	EI ₂ 30-C5	EI ₂ 60-C5

Notas:

- ⁽¹⁾ Según se consideran en el Anejo A Terminología (CTE DB SI). Para los usos no contemplados en este Documento Básico, se procede por asimilación en función de la densidad de ocupación, movilidad de los usuarios, etc.
- ⁽²⁾ Los valores mínimos están establecidos en la tabla 1.2 (CTE DB SI 1 Propagación interior).
- ⁽³⁾ Los techos tienen una característica 'REI', al tratarse de elementos portantes y compartimentadores de incendio.
- ⁽⁴⁾ Al haberse dispuesto en el sector una instalación automática de extinción de incendio, el valor de la superficie máxima admisible se duplica, según punto 1 del Artículo 1 del documento CTE DB SI 1 Propagación interior.

Tabla 40. Sectorización de incendios.

5.2.1.1. Escaleras protegidas

Las escaleras protegidas y especialmente protegidas, tiene un trazado continuo desde su inicio hasta su desembarco en la planta de salida del edificio.

De acuerdo a su definición en el Anejo A Terminología (CTE DB SI) [5], las escaleras protegidas y especialmente protegidas disponen de un sistema de protección frente al humo, acorde a unas de las opciones posibles de las recogidas en dicho anejo.

Las tapas de registro de patinillos o de conductos de instalaciones, accesibles desde estos espacios, cumplirán una protección contra el fuego EI 60.

Escalera	Número de plantas	Tipo de protección	Vestíbulo de independencia ⁽¹⁾	Resistencia al fuego del elemento compartimentador ^{(2) (3)}			
				Paredes y techos		Puertas ⁽⁴⁾	
				Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Escalera_1	2 (Ascendente)	Especialmente protegida	Sí	EI 120	EI 120	EI ₂ 60-C5	2 x EI ₂ 60-C5
Escalera_1	3 (Descendente)	Especialmente protegida	Sí	EI 120	EI 120	EI ₂ 60-C5	2 x EI ₂ 60-C5
Escalera_2	2 (Ascendente)	Especialmente protegida	Sí	EI 120	EI 120	EI ₂ 60-C5	2 x EI ₂ 60-C5
Escalera_2	3 (Descendente)	Especialmente protegida	Sí	EI 120	EI 120	EI ₂ 60-C5	2 x EI ₂ 60-C5
Escalera_3	2 (Ascendente)	Especialmente protegida	Sí	EI 120	EI 120	EI ₂ 60-C5	2 x EI ₂ 60-C5
Escalera_3	3 (Descendente)	Protegida	No	EI 120	EI 120	EI ₂ 60-C5	EI ₂ 60-C5
Escalera_4	3 (Descendente)	Protegida	No	EI 120	EI 120	EI ₂ 60-C5	EI ₂ 60-C5

Notas:

⁽¹⁾ En escaleras especialmente protegidas, la existencia de vestíbulo de independencia no es necesaria si la escalera está abierta al exterior, ni en la planta de salida del edificio, cuando se trate de una escalera para evacuación ascendente, pudiendo en dicha planta carecer de compartimentación.

⁽²⁾ En la planta de salida del edificio, las escaleras protegidas o especialmente protegidas para evacuación ascendente pueden carecer de compartimentación. Las previstas para evacuación descendente pueden carecer de compartimentación cuando desemboquen en un sector de riesgo mínimo.

⁽³⁾ En escaleras con fachada exterior, se cumplen las condiciones establecidas en el artículo 1 (CTE DB SI 2 Propagación exterior) para limitar el riesgo de transmisión exterior del incendio desde otras zonas del edificio o desde otros edificios.

⁽⁴⁾ Los accesos por planta no serán más de dos, excluyendo las entradas a locales destinados a aseo, así como los accesos a ascensores, siempre que las puertas de estos últimos abran, en todas sus plantas, al recinto de la escalera protegida considerada o a un vestíbulo de independencia.

Tabla 41. Escaleras protegidas.

5.2.1.2. Vestíbulos de independencia

La distancia mínima entre los contornos de las superficies barridas por las puertas de los vestíbulos será superior a 0,5 metros.

Los vestíbulos que sirvan a uno o varios locales de riesgo especial, no podrán utilizarse en los recorridos de evacuación de otras zonas, excepto en el caso de vestíbulos de escaleras especialmente protegidas que acceden a un aparcamiento, a zonas de ocupación nula y a dichos locales de riesgo especial.

Los vestíbulos de independencia de las escaleras especialmente protegidas dispondrán de protección frente al humo, conforme a alguna de las

alternativas establecidas para dichas escaleras en el anejo A Terminología (CTE DB SI).

Referencia	Superficie (m ²)	Resistencia al fuego del elemento compartimentador			
		Paredes ⁽¹⁾		Puertas ⁽²⁾	
		Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
VESTIBULO INDEPENDENCIA SOTANO ALA IZQUIERDA	17.29	EI 120	EI 120	2 x EI ₂ 30-C5	2 x EI ₂ 60-C5
VESTIBULO INDEPENDENCIA SOTANO ALA PRINCIPAL	28.28	EI 120	EI 120	2 x EI ₂ 30-C5	2 x EI ₂ 60-C5
PASILLO INSTALACIONES	36.45	EI 120	EI 120	2 x EI ₂ 30-C5	2 x EI ₂ 60-C5
VESTIBULO INDEPENDENCIA SOTANO ALA DERECHA	25.93	EI 120	EI 120	2 x EI ₂ 30-C5	2 x EI ₂ 60-C5
V.I. SALA CALDERAS	9.03	EI 120	EI 120	2 x EI ₂ 30-C5	2 x EI ₂ 60-C5
VESTIBULO INDEPENDENCIA COCINA	5.13	EI 120	EI 120	2 x EI ₂ 30-C5	2 x EI ₂ 60-C5
V.I. ALA DERECHA P1	9.15	EI 120	EI 120	2 x EI ₂ 30-C5	2 x EI ₂ 60-C5
V.I. ALA IZQUIERDA P1	12.45	EI 120	EI 120	2 x EI ₂ 30-C5	2 x EI ₂ 60-C5
V.I. ALA IZQUIERDA P2	13.32	EI 120	EI 120	2 x EI ₂ 30-C5	2 x EI ₂ 60-C5
V.I. ALA DERECHA P2	8.20	EI 120	EI 120	2 x EI ₂ 30-C5	2 x EI ₂ 60-C5

Notas:

⁽¹⁾ La resistencia al fuego exigida a las paredes del lado del vestíbulo es EI 120, independientemente de la resistencia exigida por el exterior, que puede ser mayor en función del sector o zona de incendio que separa el vestíbulo de independencia.

⁽²⁾ Puertas de paso entre los recintos o zonas a independizar, a las que se les requiere la cuarta parte de la resistencia al fuego exigible al elemento compartimentador que separa dichas zonas y, al menos, EI₂ 30-C5.

Tabla 42. Vestibulos de independencia.

5.2.2. Locales de riesgo especial

Los locales y zonas de riesgo especial se clasifican conforme a tres grados de riesgo (alto, medio y bajo), según los criterios establecidos en la tabla 2.1 (CTE DB SI 1 Propagación interior) [5], de tal manera, que cumplirán con las condiciones que se determinan en la tabla 2.2. de la misma sección.

Local o zona	Superficie (m ²)	Nivel de riesgo ⁽¹⁾	Resistencia al fuego del elemento compartimentador ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾			
			Paredes y techos		Puertas	
			Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
CUARTO ASCENSOR ALA DERECHA	11.29	Bajo	EI 90	EI 120	EI ₂ 45-C5	2 x EI ₂ 60-C5
CUARTO ASCENSOR ALA IZQUIERDA	12.69	Bajo	EI 90	EI 120	EI ₂ 45-C5	2 x EI ₂ 60-C5
SALA DE CALDERAS	38.62	Bajo	EI 90	EI 90	EI ₂ 45-C5	2 x EI ₂ 60-C5
SALA GRUPO ELECTROGENO	36.32	Bajo	EI 90	EI 120	EI ₂ 45-C5	2 x EI ₂ 60-C5
CUARTO INSTALACIONES GENERALES EDIFICIO	23.40	Bajo	EI 90	EI 120	EI ₂ 45-C5	2 x EI ₂ 60-C5
CUARTO MANTENIMIENTO	25.10	Bajo	EI 90	EI 120	EI ₂ 45-C5	2 x EI ₂ 60-C5
ALMACEN SOTANO	90.09	Medio	EI 120	EI 120	2 x EI ₂ 30-C5	2 x EI ₂ 60-C5
CUARTO ASCENSOR ALA PPAL	10.92	Bajo	EI 90	EI 120	EI ₂ 45-C5	2 x EI ₂ 60-C5
SALA MAQUINARIA INCENDIOS	19.25	Bajo	EI 90	EI 120	EI ₂ 45-C5	2 x EI ₂ 60-C5
CUARTO INSTALACIONES P1	16.56	Bajo	EI 90	EI 90	EI ₂ 45-C5	EI ₂ 60-C5
COCINA	62.18	Bajo	EI 90	EI 120	EI ₂ 45-C5	EI ₂ 60-C5
CUARTO CONTADORES AGUA Y GAS	11.20	Bajo	EI 90	EI 120	EI ₂ 45-C5	EI ₂ 60-C5

CUARTO INSTALACIONES VARIAS P1	12.54	Bajo	EI 90	EI 90	El ₂ 45- C5	El ₂ 60- C5
CUARTO INSTALACIONES SOLAR TERMICA	26.97	Bajo	EI 90	EI 90	El ₂ 45- C5	El ₂ 60- C5
CUARTO INSTALACIONES VARIAS P2	11.96	Bajo	EI 90	EI 90	El ₂ 45- C5	El ₂ 60- C5
CUARTO USOS VARIOS P2	48.20	Bajo	EI 90	EI 90	El ₂ 45- C5	El ₂ 60- C5

Notas:

(1) La necesidad de vestíbulo de independencia depende del nivel de riesgo del local o zona, conforme exige la tabla 2.2 (CTE DB SI 1 Propagación interior).

(2) Los valores mínimos están establecidos en la tabla 2.2 (CTE DB SI 1 Propagación interior).

(3) Los techos tienen una característica 'REI', al tratarse de elementos portantes y compartimentadores de incendio. El tiempo de resistencia al fuego no será menor que el establecido para la estructura portante del conjunto del edificio (CTE DB SI 6 Resistencia al fuego de la estructura), excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30.

(4) Los valores mínimos de resistencia al fuego en locales de riesgo especial medio y alto son aplicables a las puertas de entrada y salida del vestíbulo de independencia necesario para su evacuación.

Tabla 43. Zonas de riesgo especial.

5.2.3. Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios.

La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables tiene continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando estos se compartimentan respecto a los primeros al menos con la misma resistencia al fuego, pudiendo reducirse esta a la mitad en los registros para mantenimiento.

La resistencia al fuego requerida en los elementos de compartimentación de incendio se mantendrá en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc., excluidas las penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm².

Para ello, se optará por una de las siguientes alternativas:

- Mediante elementos que, en caso de incendio, obturen automáticamente la sección de paso y garanticen en dicho punto una resistencia al fuego al menos igual a las del elemento atravesado.
- Mediante elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado.

5.2.4. Reacción al fuego de elementos constructivos, decorativos y de mobiliario

Los elementos constructivos que se han empleado cumplen con las condiciones de reacción al fuego que están establecidas en la tabla 4.1 (CTE DB SI 1 Propagación interior) [5].

Las condiciones de reacción al fuego de los componentes de las instalaciones eléctricas como pueden ser cables, tubos, bandejas, regletas, armarios, etc., se encuentran reguladas por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT-2002) [1].

Situación del elemento	Revestimiento ⁽¹⁾	
	Techos y paredes ⁽²⁾⁽³⁾	Suelos ⁽²⁾
Aparcamientos y garajes	B-s1, d0	B _{FL} -s1
Escaleras y pasillos protegidos	B-s1, d0	C _{FL} -s1
Locales de riesgo especial	B-s1, d0	B _{FL} -s1
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos ⁽⁴⁾ , suelos elevados, etc.	B-s3, d0	B _{FL} -s2 ⁽⁵⁾

Notas:

⁽¹⁾ Siempre que se supere el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado.

⁽²⁾ Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice 'L'.

⁽³⁾ Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa, contenida en el interior del techo o pared, que no esté protegida por otra que sea EI 30 como mínimo.

⁽⁴⁾ Excepto en falsos techos existentes en el interior de las viviendas.

⁽⁵⁾ Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos), así como cuando el falso techo esté constituido por una celosía, retícula o entramado abierto con una función acústica, decorativa, etc., esta condición no es aplicable.

Tabla 44. Reacción al fuego de los elementos estructurales.

5.3. Propagación exterior

5.3.1. Medianerías y fachadas

En fachadas, se limita el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio mediante el control de la separación mínima entre huecos de fachada pertenecientes a sectores de incendio distintos, entre zonas de riesgo especial alto y otras zonas, o hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas, entendiéndose que dichos huecos suponen áreas de fachada donde no se alcanza una resistencia al fuego mínima EI60.

En la separación con otros edificios colindantes, los puntos de la fachada del edificio considerado con una resistencia al fuego menor que EI 60, se cumplirá el 50% de la distancia exigida entre zonas con resistencia menor que EI 60, hasta la bisectriz del ángulo formado por las fachadas del edificio objeto y el colindante.

Plantas	Fachada ⁽¹⁾	Separación ⁽²⁾	Separación horizontal mínima (m) ⁽³⁾		
			Ángulo ⁽⁴⁾	Norma	Proyecto
Planta baja	Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	Sí	180	□ 0.50	1.27
Planta primera	Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	Sí	180	□ 0.50	1.26
Planta segunda	Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	Sí	180	□ 0.50	1.24

Notas:

⁽¹⁾ Se muestran las fachadas del edificio que incluyen huecos donde no se alcanza una resistencia al fuego EI 60.

⁽²⁾ Se consideran aquí las separaciones entre diferentes sectores de incendio, entre zonas de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas, según el punto 1.2 (CTE DB SI 2).

⁽³⁾ Distancia mínima en proyección horizontal 'd (m)', tomando valores intermedios mediante interpolación lineal en la tabla del punto 1.2 (CTE DB SI 2).

⁽⁴⁾ Ángulo formado por los planos exteriores de las fachadas consideradas, con un redondeo de 5°. Para fachadas paralelas y enfrentadas, se obtiene un valor de 0°.

Tabla 45. Propagación horizontal.

La limitación del riesgo de propagación vertical del incendio por la fachada, se efectuará reservando una franja de un metro de altura, como mínimo, con una resistencia al fuego mínima EI 60, en las uniones verticales entre sectores de incendios distintos, entre zonas de riesgo especial alto y otras zonas más altas del edificio, o bien hacia una escalera protegida o hacia un pasillo protegido desde otras zonas.

En caso de existir elementos salientes aptos para impedir el paso de las llamas, la altura exigida a dicha franja puede reducirse en la dimensión del citado saliente.

Planta	Fachada ⁽¹⁾	Separación ⁽²⁾	Separación vertical mínima (m) ⁽³⁾	
			Norma	Proyecto
Planta baja - Planta primera	Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	Sí	<input type="checkbox"/> 1.00	1.70
Planta primera - Planta segunda	Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	Sí	<input type="checkbox"/> 1.00	1.98

Notas:

⁽¹⁾ Se muestran las fachadas del edificio que incluyen huecos donde no se alcanza una resistencia al fuego EI 60.

⁽²⁾ Se consideran aquí las separaciones entre diferentes sectores de incendio, entre zonas de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas, según el punto 1.3 (CTE DB SI 2).

⁽³⁾ Separación vertical mínima ('d (m)') entre zonas de fachada con resistencia al fuego menor que EI 60, minorada con la dimensión de los elementos salientes aptos para impedir el paso de las llamas ('b') mediante la fórmula $d \geq 1 - b$ (m), según el punto 1.3 (CTE DB SI 2).

Tabla 46. Propagación vertical.

La clase de reacción al fuego de los sistemas constructivos de fachada que ocupen más del 10% de su superficie será, en función de la altura total de la fachada, siendo:

- D-s3, d0 en fachadas de altura hasta 10 m.

Dicha clasificación debe considerar la condición de uso final del sistema constructivo incluyendo aquellos materiales que constituyan capas contenidas en el interior de la solución de fachada, y que no estén protegidas por una capa que sea EI 30 como mínimo.

Los sistemas de aislamiento situados en el interior de las cámaras ventiladas, deben tener al menos la siguiente clasificación de reacción al fuego en función de la altura total de la fachada. Siendo:

- D-s3, d0 en fachadas de altura hasta 10 m.

Debe limitarse el desarrollo vertical de las cámaras ventiladas de fachada en continuidad con los forjados resistentes al fuego que separen sectores de incendio. La inclusión de barreras EI 30 se puede considerar un procedimiento válido para limitar dicho desarrollo vertical.

En aquellas fachadas de altura igual o inferior a 18 m, cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, la

clase de reacción al fuego, tanto de los sistemas constructivos mencionados en el punto 4 como de aquellos en el interior de cámaras ventiladas en su caso, debe ser al menos B-s3, d0 hasta una altura de 3,5 m como mínimo.

5.3.2. Cubiertas

No existe en el edificio riesgo alguno de propagación del incendio entre zonas de cubierta con huecos y huecos dispuestos en fachadas superiores del edificio, pertenecientes a sectores de incendio o a edificios diferentes, de acuerdo al punto 2.2. de CTE DB SI 2 [5].

5.4. Evacuación de ocupantes

5.4.1. Compatibilidad de los elementos de evacuación

Existen edificios en el edificio cuyo uso (pública concurrencia) es distinto al principal (residencial público), por lo que sus elementos de evacuación se adecuan a las condiciones particulares definidas en el apartado 1 (DB SI 3) [5], de tal manera, que:

- Sus salidas de uso habitual y de emergencia, así como los recorridos hasta el espacio exterior seguro, se sitúan en elementos independientes de las zonas comunes del edificio, compartimentados respecto de este según lo establecido en el DB SI 1 Propagación interior [5]. Con todo, dichos elementos sirven como salida de emergencia de otras zonas del edificio.

5.4.2. Cálculo de ocupación, salidas y recorridos de evacuación

El cálculo de la ocupación del edificio ha sido resuelto mediante la aplicación de los valores de densidad de ocupación indicados en la tabla 2.1 (DB SI 3) [5], en función del uso y superficie útil de cada zona de incendio del edificio.

En el recuento de las superficies útiles para la aplicación de las densidades de ocupación, se ha tenido en cuenta, el carácter simultáneo o alternativo de las distintas zonas del edificio, según el régimen de actividad y uso previsto del mismo, de acuerdo al punto 2.2. (DB SI 3) [5].

El número de salidas necesarias y la longitud máxima de los recorridos de evacuación asociados, se ha determinado según lo expuesto en la tabla 3.1 (DB SI 3) [5], en función de la ocupación calculada previamente.

En la planta de desembarco de las escaleras, ha sido añadido a los recorridos de evacuación el flujo de personas que proviene de las mismas, con un máximo de $160 \cdot A$ personas (siendo “A”, la anchura, en metros, del desembarco de la escalera), según el punto 4.1.3. (DB SI 3) [5]; y se ha considerado el posible carácter alternativo de la ocupación que desalojan, si esta proviene de zonas del edificio no ocupables simultáneamente, según el punto 2.2. (DB SI 3) [5].

Planta	Sútil ⁽¹⁾	<input type="checkbox"/> ocup ⁽²⁾	P _{calc} ⁽³⁾	Número de salidas ⁽⁴⁾		Longitud del recorrido ⁽⁵⁾ (m)		Anchura de las salidas ⁽⁶⁾ (m)	
	(m ²)	(m ² /p)		Norma	Proyecto	Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Sc_Aparcamiento_1 (Uso Aparcamiento), ocupación: 54 personas									
Sótano	1110	20.6	19	1	1	35	19.2	0.80	0.80
			19	1	3	43.8 + 18.8 *	28.7	0.80	0.80
			16	1	3	43.8 + 18.8 *	26.5	0.80	0.80
			19	1	1	35	0.4	---	---
			16	1	1	35	0	---	---
Sc_Residencial Público_1 (Uso Pública Concurrencia), ocupación: 411 personas									
Planta baja	805	2	71 (157)	1	8	31.3 + 31.3 *	10.6	0.80	1.64
			67 (117)	2	8	31.3 + 31.3 *	13.2	0.80	1.64
			122 (231)	2	8	31.3 + 31.3 *	8.4	1.16	1.64
			83 (65)	2	8	25 + 25	12.8	0.80	1.40
			188	2	8	25 + 25	33.3	0.94	1.40
			122 (231)	2	8	25 + 25	11.4 + 11.2	1.16	1.64
			83 (65)	1	8	25 + 25	14.3	0.80	0.82
			2	1	1	50	12.4	0.80	1.20
			67 (117)	1	8	25 + 25	4.1 + 11.9	0.80	1.25
			71 (157)	2	8	31.3 + 31.3 *	9.6	0.80	1.64
			67 (117)	2	8	31.3 + 31.3 *	0.8 + 12.1	0.80	1.64
Sc_Residencial Público_2 (Uso Residencial Público), ocupación: 384 personas									
Planta primera	1141	5	45	1	4	25 + 10	21.7	0.80	0.80
			77	1	4	25 + 10	26.0	0.80	0.80
			27	1	4	25 + 10	20.5	0.80	0.80
			45	1	1	25	0	---	---
			79	1	1	25	0	---	---
			27	1	1	25	0	---	---

			79	1	4	25 + 10	27.7	0.80	1.25
			77	1	1	25	0	---	---
Planta baja	568	3.6	12 (46)	1	8	31.3 + 12.5 *	8.2 + 1.0	0.80	1.64
			8 (49)	2	8	31.3 + 12.5 *	2.1 + 6.2	0.80	1.40
			72	1	1	25	23.6	0.80	0.82
			81 (180)	1	8	31.3 + 12.5 *	21.6	0.90	1.40
			81 (180)	1	8	25 + 10	5.0 + 15.6	0.90	1.40
			12 (46)	2	8	31.3 + 12.5 *	7.2 + 1.0	0.80	1.64
			81 (180)	2	8	31.3 + 12.5 *	26.9	0.90	1.40
			Sc_Residencial Público_4 (Uso Residencial Público), ocupación: 171 personas						
Planta segunda	1057	6.2	42	1	4	25 + 10	21.7	0.80	0.80
			32	1	4	25 + 10	26.0	0.80	0.80
			27	1	4	25 + 10	20.5	0.80	0.80
			70	1	1	25	0	---	---
			27	1	1	25	0	---	---
			70	1	4	25 + 10	27.7	0.80	1.25
			32	1	1	25	0	---	---
			42	1	1	25	2.7	0.80	1.70

Notas:

(1) Superficie útil con ocupación no nula, $S_{\text{útil}}$ (m^2). Se contabiliza por planta la superficie afectada por una densidad de ocupación no nula, considerando también el carácter simultáneo o alternativo de las distintas zonas del edificio, según el régimen de actividad y de uso previsto del edificio y sus zonas subsidiarias, de acuerdo al punto 2.2 (DB SI 3).

(2) Densidad de ocupación, \square_{ocup} (m^2/p); aplicada a los recintos con ocupación no nula del sector, en cada planta, según la tabla 2.1 (DB SI 3). Los valores expresados con una cifra decimal se refieren a densidades de ocupación calculadas, resultantes de la aplicación de distintos valores de ocupación, en función del tipo de recinto, según la tabla 2.1 (DB SI 3).

(3) Ocupación de cálculo, P_{calc} , en número de personas. Se muestran entre paréntesis las ocupaciones totales de cálculo para los recorridos de evacuación considerados, resultados de la suma de ocupación en la planta considerada más aquella procedente de plantas sin origen de evacuación, o bien de la aportación de flujo de personas de escaleras, en la planta de salida del edificio, tomando los criterios de asignación del punto 4.1.3 (DB SI 3).

(4) Número de salidas de planta exigidas y ejecutadas, según los criterios de ocupación y altura de evacuación establecidos en la tabla 3.1 (DB SI 3).

(5) Longitud máxima admisible y máxima en proyecto para los recorridos de evacuación de cada planta y sector, en función del uso del mismo y del número de salidas de planta disponibles, según la tabla 3.1 (DB SI 3).

(6) Anchura mínima exigida y anchura mínima dispuesta en proyecto, para las puertas de paso y para las salidas de planta del recorrido de evacuación, en función de los criterios de asignación y dimensionado de los elementos de evacuación (puntos 4.1 y 4.2 de DB SI 3). La anchura de toda hoja de puerta estará comprendida entre 0.60 y 1.23 m, según la tabla 4.1 (DB SI 3).

* Longitud admisible para el recorrido de evacuación aumentada (25 %), al estar la zona protegida mediante una instalación automática de extinción, según nota al pie 1 de tabla 3.1 (DB SI 3).

Tabla 47. Cálculo de la ocupación, número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación.

En las zonas de riesgo especial del edificio, las cuales se han clasificado según la tabla 2.1 (DB SI 1) [5], se ha considerado que sus puntos ocupables son origen de evacuación, de tal manera, que se ha limitado a 25 m de longitud máxima hasta la salida de cada zona.

Además, se ha respetado la distancia máxima de los recorridos fuera de las zonas de riesgo especial, hasta sus salidas de planta correspondientes, las cuales, se han determinado en función del uso, altura de evacuación y número de salidas necesarias y ejecutadas.

Local o zona	Planta	Nivel de riesgo ⁽¹⁾	Número de salidas ⁽²⁾		Longitud del recorrido ⁽³⁾ (m)		Anchura de las salidas ⁽⁴⁾ (m)	
			Norma	Proyecto	Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
CUARTO ASCENSOR ALA DERECHA	Sótano	Bajo	1	1	25 + 10	0.4 + 0.4	0.80	0.80
CUARTO ASCENSOR ALA IZQUIERDA	Sótano	Bajo	1	1	25	0.4	0.80	0.80
SALA DE CALDERAS	Sótano	Bajo	1	1	25 + 10	0.4 + 21.8	0.80	0.80
SALA GRUPO ELECTROGENO	Sótano	Bajo	1	1	25 + 10	0.9 + 15.0	0.80	0.80
CUARTO INSTALACIONES GENERALES EDIFICIO	Sótano	Bajo	1	1	25 + 10	0.9 + 13.5	0.80	0.80
CUARTO MANTENIMIENTO	Sótano	Bajo	1	1	25 + 10	0.4 + 0.4	0.80	0.80
ALMACEN SOTANO	Sótano	Medio	1	1	25 + 10	0.9 + 0.4	0.80	0.80
CUARTO ASCENSOR ALA PPAL	Sótano	Bajo	1	1	25	0.8	0.80	0.80
SALA MAQUINARIA INCENDIOS	Sótano	Bajo	1	1	25 + 10	1.0 + 9.6	0.80	0.80
CUARTO INSTALACIONES P1	Planta baja	Bajo	1	8	25 + 25	1.0 + 26.9	0.80	0.80
COCINA	Planta Baja	Bajo	1	1	25 + 25	9.3 + 2.4	0.80	1.20
CUARTO CONTADORES AGUA Y GAS	Planta baja	Bajo	1	8	25 + 25	0.5 + 6.3	0.80	0.80
CUARTO INSTALACIONES VARIAS P1	Planta primera	Bajo	1	4	25 + 25	0.5 + 7.2	0.80	0.80
CUARTO INSTALACIONES SOLAR TERMICA	Planta segunda	Bajo	1	4	25 + 25	0.5 + 12.7	0.80	0.80
CUARTO INSTALACIONES VARIAS P2	Planta segunda	Bajo	1	4	25 + 25	0.5 + 7.2	0.80	0.80
CUARTO USOS VARIOS P2	Planta segunda	Bajo	1	4	25 + 25	0.5 + 4.1	0.80	0.80

Notas:

⁽¹⁾ Nivel de riesgo (bajo, medio o alto) de la zona de riesgo especial, según la tabla 2.1 (DB SI 1).

⁽²⁾ Número de salidas de planta exigidas y ejecutadas en la planta a la que pertenece la zona de riesgo especial, según la tabla 3.1 (DB SI 3).

⁽³⁾ Longitud máxima permitida y máxima en proyecto para los recorridos de evacuación de cada zona de riesgo especial, hasta la salida de la zona (tabla 2.2, DB SI 1), y hasta su salida de planta correspondiente, una vez abandonada la zona de riesgo especial, según la tabla 3.1 (DB SI 3).

⁽⁴⁾ Anchura mínima exigida tanto para las puertas de paso y las salidas de planta del recorrido de evacuación, en función de los criterios de dimensionado de los elementos de evacuación (punto 4.2 (DB SI 3)), como para las puertas dispuestas en proyecto. La anchura de toda hoja de puerta estará contenida entre 0.60 y 1.23 m, según la tabla 4.1 (DB SI 3).

Tabla 48. Longitud y número de salidas de los recorridos de evacuación para las zonas de riesgo especial.

5.4.3. Dimensionado y protección de escaleras y pasos de evacuación

Las escaleras previstas para evacuación se han proyectado con las condiciones de protección necesaria, en función de su ocupación, altura de evacuación y uso de los sectores de incendio a los que dan servicio, en base a las condiciones que se establecen en la tabla 5.1 (DB SI 3) [5].

Su capacidad y ancho necesario, ha sido establecido en función de lo que se indica en las tablas 4.1 de DB SI 3 [5] y tabla 4.1 de DB SUA 1 [5], sobre el dimensionamiento de los medios de evacuación del edificio.

Escalera	Sentido de evacuación	Altura de evacuación (m) ⁽¹⁾	Protección ⁽²⁾⁽³⁾		Tipo de ventilación ⁽⁴⁾	Ancho y capacidad de la escalera ⁽⁵⁾	
			Norma	Proyecto		Ancho (m)	Capacidad (p)
Escalera_1	Ascendente	3.00	EP	EP	Por conductos	1.00	283
Escalera_1	Descendente	6.00	P	EP	Natural (A = 3.4 m ²)	1.00	349
Escalera_2	Ascendente	3.00	EP	EP	Por conductos	1.00	243
Escalera_2	Descendente	6.00	P	EP	Natural (A = 3.4 m ²)	1.00	292
Escalera_3	Ascendente	3.00	EP	EP	Por conductos	1.20	308
Escalera_3	Descendente	6.00	P	P	Natural (A = 3.7 m ²)	1.20	366
Escalera_4	Descendente	6.00	P	P	Por conductos	1.00	290

Notas:

⁽¹⁾ Altura de evacuación de la escalera, desde el origen de evacuación más alejado hasta la planta de salida del edificio, según el Anejo DB SI A Terminología.

⁽²⁾ La resistencia al fuego de paredes, puertas y techos de las escaleras protegidas, así como la necesidad de vestíbulo de independencia cuando son especialmente protegidas, se detalla en el apartado de compartimentación en sectores de incendio, correspondiente al cumplimiento de la exigencia básica SI 1 Propagación interior.

⁽³⁾ La protección exigida para las escaleras previstas para evacuación, en función de la altura de evacuación de la escalera y de las zonas comunicadas, según la tabla 5.1 (DB SI 3), es la siguiente:

- NP := Escalera no protegida,
- NP-C := Escalera no protegida pero sí compartimentada entre sectores de incendio comunicados,
- P := Escalera protegida,
- EP := Escalera especialmente protegida.

⁽⁴⁾ Para escaleras protegidas y especialmente protegidas, así como para pasillos protegidos, se dispondrá de protección frente al humo de acuerdo a alguna de las opciones recogidas en su definición en el Anejo DB SI A Terminología:

- Mediante ventilación natural; con ventanas practicables o huecos abiertos al exterior, con una superficie útil de al menos 1 m² por planta para escaleras o de 0.2-L m² para pasillos (siendo 'L' la longitud del pasillo en metros).
- Mediante conductos independientes y exclusivos de entrada y salida de aire; cumpliendo tamaños, conexionado y disposición requeridos en el Anejo DB SI A Terminología.
- Mediante sistema de presión diferencial conforme a UNE EN 12101-6:2006.

⁽⁵⁾ Ancho de la escalera en su desembarco y capacidad de evacuación de la escalera, calculada según criterios de asignación del punto 4.1 (DB SI 3), y de dimensionado según la tabla 4.1 (DB SI 3). La anchura útil mínima del tramo se establece en la tabla 4.1 de DB SUA 1, en función del uso del edificio y de cada zona de incendio.

Tabla 49. Escaleras y pasillos de evacuación del edificio.

5.4.4. Señalización de los medios de evacuación

Conforme a lo establecido en el apartado 7 (DB SI 3) [5], se van a utilizar señales de evacuaciones, conforme a la norma UNE 23034:1988 [62], las cuales, se dispondrán según los siguientes criterios:

- Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rotulo “SALIDA”, excepto en edificios de uso “Residencial vivienda” o, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50 m², serán fácilmente visibles desde todos los puntos de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
- La señal con el rotulo “Salida de emergencia”, se utilizará en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- Se dispondrán señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas, y en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor de 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
- En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma tal que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.
- En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean de salida, y que puedan inducir a error en la evacuación, debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible, pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
- Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida de la planta, conforme con lo establecido en el apartado 4 (DB SI 3).
- Los itinerarios accesibles para personas con discapacidad (definidos en el Anejo A de CTE DB SUA) que conduzcan a una zona de refugio, a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, o a una salida del edificio accesible, se señalizaran mediante las señales establecidas en los párrafos anteriores, acompañadas del SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad). Cuando dichos itinerarios accesibles conduzcan a una zona de refugio o a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación

de personas con discapacidad, irán además acompañadas del rotulo “ZONA DE REFUGIO”.

- La superficie de las zonas de refugio se señalará mediante diferente color en el pavimento y el rotulo “ZONA DE REFUGIO” acompañado del SIA colocado en una pared adyacente a la zona.

Las señales serán visibles incluso en caso de fallo en el suministro de alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa, cumplirán lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003 [61], UNE 23035-2:2003 [61] y UNE 23035-4:2003 [61], y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003 [61].

5.4.5. Control del humo de incendio

Dada la presencia en el edificio de una zona de uso “Aparcamiento”, sin consideración de aparcamiento abierto, se instalará un sistema de control del humo de incendio capaz de garantizar dicho control durante la evacuación de los ocupantes, de forma que, esta se pueda llevar a cabo en condiciones de seguridad.

Según lo expuesto en el apartado 8 (DB SI 3) [5], el sistema de control del humo en este caso puede compatibilizarse con el sistema de ventilación por extracción mecánica con aberturas de admisión de aire, previsto en el DB HS 3 Calidad del aire interior; ya que, además de las condiciones que ello se establece para el mismo, cumplen con las siguientes condiciones especiales:

- El sistema será capaz de extraer un caudal de aire de 150 l/s por plaza de aparcamiento, activándose automáticamente en caso de incendio mediante una instalación de detección.
- Los ventiladores, incluidos los de impulsión para vencer pérdidas de carga y/o regular el flujo, tendrán una clasificación F₃₀₀ 60.
- Los conductos que transcurran por un único sector de incendio tendrán una clasificación E₃₀₀ 60. Los que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio tendrán una clasificación EI 60.

5.5. Instalación de protección contra incendios

5.5.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

El edificio dispone de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que son requeridos según la tabla 1.1. de DB SI 4 Instalaciones de

protección contra incendios [5]. El diseño, ejecución, puesta en funcionamiento y mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, cumplirán lo establecido, tanto en el artículo 3.1 del CTE, como en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RD 513/2017, de 22 de mayo), en sus disposiciones complementarias, y en cualquier otra reglamentación específica que les sea de aplicación.

En las zonas de riesgo especial del edificio, así como en las zonas del edificio cuyo uso previsto es diferente y subsidiario del principal (“Residencial Público”), y que, conforme a la tabla 1.1 (DB SI 1 Propagación interior) [5], constituyen un sector de incendio diferente, se ha dispuesto la correspondiente dotación de instalaciones necesaria para el uso previsto de dicha zona, siendo esta nunca inferior a la exigida con carácter general para el uso principal del edificio.

Dotación	Extintores portátiles (4)	Bocas de incendio equipadas (2)	Columna seca	Sistema de detección y alarma (3)	Instalación automática de extinción (4)
Sc_Aparcamiento_1 (Uso 'Aparcamiento')					
Norma	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Proyecto	Sí (14)	Sí (4)	No	Sí (14)	Sí (92)
Sc_Residencial Público_1 (Uso 'Pública Concurrencia')					
Norma	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Proyecto	Sí (10)	Sí (5)	No	Sí (27)	Sí (33)
Sc_Residencial Público_2 (Uso 'Residencial Público')					
Norma	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Proyecto	Sí (19)	Sí (8)	No	Sí (58)	Sí (58)
Sc_Residencial Público_4 (Uso 'Residencial Público')					
Norma	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Proyecto	Sí (15)	Sí (5)	No	Sí (43)	Sí (36)
Notas:					
(1) Se indica el número de extintores dispuestos en cada sector de incendio. Con dicha disposición, los recorridos de evacuación quedan cubiertos, cumpliendo la distancia máxima de 15 m desde todo origen de evacuación, de acuerdo a la tabla 1.1, DB SI 4.					
(2) Se indica el número de equipos instalados, de 25 mm, de acuerdo a la tabla 1.1, DB SI 4.					
(3) Los sistemas de detección y alarma de incendio se distribuyen uniformemente en las zonas a cubrir, cumpliendo las disposiciones de la norma UNE 23007:96 que los regula.					
(4) Se indica el número de rociadores dispuestos en el sector de incendio. El reparto y disposición de rociadores se ha realizado en base a las disposiciones de la norma UNE EN 12845:2016. En los sectores protegidos con una instalación automática de extinción, las longitudes permitidas de los recorridos de evacuación aumentan un 25%, en aplicación de la nota al pie de la tabla 3.1, DB SI 3.					
Los extintores que se han dispuesto, cumplen la eficacia mínima exigida: de polvo químico ABC polivalente, de eficacia 21A-144B-C.					

Tabla 50. Dotación de instalaciones de protección contra incendios en los diferentes sectores de incendio del edificio.

Referencia de la zona	Nivel de riesgo	Extintores portátiles ⁽¹⁾	Bocas de incendio equipadas	Sector al que pertenece
CUARTO ASCENSOR ALA DERECHA	Bajo	Sí (1 dentro)	---	Sc_Aparcamiento_1
CUARTO ASCENSOR ALA IZQUIERDA	Bajo	Sí (1 dentro, 1 fuera)	---	Sc_Aparcamiento_1
SALA DE CALDERAS	Bajo	Sí (1 dentro, 1 fuera)	---	Sc_Aparcamiento_1
SALA GRUPO ELECTROGENO	Bajo	Sí (1 dentro)	---	Sc_Aparcamiento_1
CUARTO INSTALACIONES GENERALES EDIFICIO	Bajo	Sí (1 dentro)	---	Sc_Aparcamiento_1
CUARTO MANTENIMIENTO	Bajo	Sí (1 dentro, 1 fuera)	---	Sc_Aparcamiento_1
ALMACEN SOTANO	Medio	Sí (1 dentro, 1 fuera)	---	Sc_Aparcamiento_1
CUARTO ASCENSOR ALA PPAL	Bajo	Sí (1 dentro, 1 fuera)	---	Sc_Aparcamiento_1
SALA MAQUINARIA INCENDIOS	Bajo	Sí (1 dentro, 1 fuera)	---	Sc_Aparcamiento_1
CUARTO INSTALACIONES P1	Bajo	Sí (1 dentro)	---	Sc_Residencial Público_2
COCINA	Bajo	Sí (1 dentro)	---	Sc_Residencial Público_1
CUARTO CONTADORES AGUA Y GAS	Bajo	Sí (1 dentro)	---	Sc_Residencial Público_1
CUARTO INSTALACIONES VARIAS P1	Bajo	Sí (1 dentro, 1 fuera)	---	Sc_Residencial Público_2
CUARTO INSTALACIONES SOLAR TERMICA	Bajo	Sí (1 dentro)	---	Sc_Residencial Público_4
CUARTO INSTALACIONES VARIAS P2	Bajo	Sí (1 dentro)	---	Sc_Residencial Público_4
CUARTO USOS VARIOS P2	Bajo	Sí (1 dentro)	---	Sc_Residencial Público_4

Notas:

⁽¹⁾ Se indica el número de extintores dispuestos dentro de cada zona de riesgo especial y en las cercanías de sus puertas de acceso. Con la disposición indicada, los recorridos de evacuación dentro de las zonas de riesgo especial quedan cubiertos, cumpliendo la distancia máxima de 15 m desde todo origen de evacuación para zonas de riesgo bajo o medio, y de 10 m para zonas de riesgo alto, en aplicación de la nota al pie 1 de la tabla 1.1, DB SI 4.

Los extintores que se han dispuesto, cumplen la eficacia mínima exigida: de polvo químico ABC polivalente, de eficacia 21A-144B-C.

Tabla 51. Dotación de instalaciones de protección contra incendios en las zonas de riesgo especial del edificio.

Además de dichas dotaciones, se dispone de tres hidrantes exteriores a menos de 100 m de la facha accesible del edificio, para el abastecimiento de agua del personal de bomberos en caso de incendio. Los requerimientos para número de hidrantes exteriores a instalar en el edificio, de acuerdo a la tabla 1.1 DB SI 4 [5], son los siguientes:

- La superficie construida de uso “Aparcamiento” es de 1487 m², de tal manera, que se requiere, al menos, un hidrante exterior.
- La superficie construida de uso “Residencial Publico” es de 3833 m², de tal manera, que se requiere, al menos, un hidrante exterior.
- La superficie construida de uso “Publica Concurrencia” es de 953 m², de tal manera, que se requiere, al menos, un hidrante exterior.

5.5.2. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) estarán señalizados mediante las correspondientes señales que se definen en la norma UNE 23033-1 [63].

Las dimensiones de dichas señales, dependerán de la distancia de observación, siendo las siguientes:

- De 210 x 210 mm cuando la distancia de observación no sea superior a 10 m.
- De 420 x 420 mm cuando la distancia de observación este comprendida entre 10 y 20 m.
- De 594 x 594 mm cuando la distancia de observación este comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales serán visibles, incluso en caso de fallo en el suministro eléctrico del alumbrado normal, mediante el alumbrado de emergencia o por fotoluminiscencia. Para las señales fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa cumplirán con lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003 [61], UNE 23035-2:2003 [61] y UNE 23035-4:2003 [61], y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003 [61].

5.6. Intervención de los bomberos

5.6.1. Condiciones de aproximación y entorno

Como la altura de evacuación del edificio (6 m) es inferior a 9 m, según el punto 1.2 (CTE DB SI 5) [5], no es necesario justificar las condiciones del vial de aproximación, ni del espacio de maniobra para los bomberos, a disponer en las fachadas donde se sitúan los accesos al edificio.

5.6.2. Accesibilidad por fachada

Como la altura de evacuación del edificio (6 m) es inferior a 9 m, según el punto 1.2 (CTE DB SI 5) [5], no es necesario justificar las condiciones de accesibilidad por fachada para el personal del servicio de extinción de incendio.

5.7. Resistencia al fuego de la estructura

La resistencia al fuego de los elementos estructurales principales del edificio es suficiente si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

- Se alcanza la clase indicada en las tablas 3.1 y 3.2 (CTE DB SI 6 Resistencia al fuego de la estructura) [5], que representan el tiempo de resistencia en minutos ante la acción representada por la curva normalizada tiempo – temperatura en función del uso del sector de incendio o zona de riesgo especial, y de la altura de evacuación del edificio.
- Soporten dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el Anejo B (CTE DB SI Seguridad en caso de incendio).

Sector o local de riesgo especial ⁽⁴⁾	Uso de la zona inferior al forjado considerado	Planta superior al forjado considerado	Material estructural considerado ⁽²⁾			Estabilidad al fuego mínima de los elementos estructurales ⁽³⁾
			Soportes	Vigas	Forjados	
Sc_Aparcamiento_1	Aparcamiento	Planta baja	estructura metálica	estructura metálica	estructura metálica	R 120
Sc_Residencial Público_1	Pública Concurrencia	Planta primera	estructura metálica	estructura metálica	estructura metálica	R 90



CUARTO INSTALACIONES VARIAS P1	Local de riesgo especial bajo	Planta segunda	estructura metálica	estructura metálica	estructura metálica	R 90
Sc_Residencial Público_4	Residencial Público	Cubierta	estructura metálica	estructura metálica	estructura metálica	R 60

Notas:

⁽¹⁾ Sector de incendio, zona de riesgo especial o zona protegida de mayor limitación en cuanto al tiempo de resistencia al fuego requerido a sus elementos estructurales. Los elementos estructurales interiores de una escalera protegida o de un pasillo protegido serán como mínimo R 30. Cuando se trate de escaleras especialmente protegidas no es necesario comprobar la resistencia al fuego de los elementos estructurales.

⁽²⁾ Se define el material estructural empleado en cada uno de los elementos estructurales principales (soportes, vigas, forjados, losas, tirantes, etc.)

⁽³⁾ La resistencia al fuego de un elemento se establece comprobando las dimensiones de su sección transversal, obteniendo su resistencia por los métodos simplificados de cálculo dados en los Anejos B a F (CTE DB SI Seguridad en caso de incendio), aproximados para la mayoría de las situaciones habituales.

Tabla 52. Resistencia al fuego de la estructura del edificio.



Capítulo 6: Pliego de condiciones

6.1. Condiciones facultativas

6.1.1. Técnico director de obra

Corresponde al técnico director, las siguientes prescripciones:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, con el fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las ordenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra, y aprobar el plan de seguridad y salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del constructor o instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva, de acuerdo, con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De tal manera, que se informara puntualmente de los resultados al constructor o instalador, impartándole, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir le certificado final de obra.

6.1.2. Constructor o instalador

Corresponde al constructor o instalador, las siguientes prescripciones:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando sea necesario, el plan de seguridad e higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento, y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene del trabajo.
- Suscribir con el técnico director, el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra, y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al técnico director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra, y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el promotor las actas de recepción provisional, y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

6.1.3. Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el constructor o instalador consignara por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitara las aclaraciones pertinentes.

El contratista se sujetará a las leyes, reglamentos y ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

6.1.4. Plan de seguridad y salud en el trabajo

El constructor o instalador, a la vista del proyecto, conteniendo, en su caso, el estudio de seguridad y salud, presentara el plan de seguridad y salud de la obra a la aprobación del técnico de la dirección facultativa.

6.1.5. Presencia del constructor o instalador en la obra

El constructor o instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle, y adoptar en todo momento, cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultara al técnico para ordenar la paralización de la obra, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al técnico director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios, y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

6.1.6. Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el técnico directo dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten par cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El contratista, de acuerdo con la dirección facultativa, entregara en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las delegaciones provinciales de industria, sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

6.1.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los pliegos de condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las ordenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al constructor o instalador, estando este obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma al enterado, que figurara al pie de todas las ordenes, avisos o instrucciones que reciba del técnico director.

Cualquier reclamación, que en contra de las disposiciones tomadas por estos crea oportuno hacer el constructor o instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al constructor o instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El constructor o instalador, podrá requerir del técnico directo, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

6.1.8. Reclamaciones contra las ordenes de la dirección facultativa

Las reclamaciones que el contratista quiera hacer en contra de las ordenes o instrucciones dictaminadas de la dirección facultativa, solo podrá presentarlas ante la propiedad, si son de orden económico, y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones, pudiendo en contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al técnico director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso, será obligatoria para este tipo de reclamaciones.

6.1.9. Faltas de personal

El técnico director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que pueda comprometer o perturbar la marcha de los trabajos, podrá requerir al contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El contratista, podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el pliego de condiciones particulares, y sin perjuicio de sus obligaciones como contratista general de la obra.

6.1.10. Caminos y accesos

El constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de esta.

El técnico director podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo, el constructor o instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la dirección facultativa.

6.1.11. Replanteo

El constructor o instalador iniciara las obras con el replanteo de las mismas en el terreno señalando las referencias principales que mantendrá como base de anteriores replanteos parciales, dichos trabajos se consideraran a cargo del contratista e incluidos en su oferta.

El constructor someterá el replanteo a la aprobación del técnico director, y una vez este haya dado su conformidad, preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el técnico, siendo responsabilidad del constructor la omisión de este trámite.

6.1.12. Comienzo de la obra, ritmo de ejecución de los trabajos

El constructor o instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el pliego de condiciones particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que, dentro de los periodos parciales en aquel señalados, queden ejecutados los trabajos correspondientes, y en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el contrato.

Obligatoriamente, y por escrito, deberá el contratista dar cuenta al técnico director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

6.1.13. Orden de los trabajos

En general, la determinación de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la dirección facultativa.

6.1.14. Facilidades para otros contratistas

De acuerdo, con lo que requiera la dirección facultativa, el contratista general, deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás contratistas que intervengan en la obra. Todo ello, sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre el contratista por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos contratistas estarán a lo que resuelva la dirección facultativa.

6.1.15. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando sea preciso, por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el técnico director, en tanto se formula o se tramita el proyecto reformado.

El constructor o instalador, estará obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

6.1.16. Prorroga por causa de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del constructor o instalador, este no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgara una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del técnico. Para ello, el constructor o instalador expondrá, por escrito dirigido al técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

6.1.17. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la dirección facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

6.1.18. Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto, a las modificaciones del mismo, que previamente hayan sido aprobadas, y a las ordenes e instrucciones, que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el técnico al constructor o instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

6.1.19. Obras ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos, estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados uno al técnico, otro a la propiedad, y el tercero, al contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

6.1.20. Trabajos defectuosos

El constructor, debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las “Condiciones generales y particulares de índole técnica” del pliego de condiciones, y realizara todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado, y de las faltas y defectos, que en estos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el técnico director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que en los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si esta no estimase la justa decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la propiedad, quien resolverá.

6.1.21. Vicios ocultos

Si el técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenara efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observe serán de cuenta del constructor o instalador, siempre que los vicios existan realmente.

6.1.22. Procedencia de los materiales y los aparatos

El constructor tiene la libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el pliego particular de condiciones técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el constructor o instalador, deberá presentar al técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

6.1.23. Materiales no utilizables

El constructor o instalador, a su costa, transportara y colocara, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de esta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el pliego de condiciones.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordenen el técnico.

6.1.24. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.



Rodos ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

6.1.25. Limpieza de las obras

Es obligación del constructor o instalador, mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

6.1.26. Documentación final de la obra

El técnico director facilitara a la propiedad, la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

6.1.27. Plazo de garantía

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este periodo el contratista corregirá los defectos observados, eliminara las obras rechazadas y reparara las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta, y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la propiedad con cargo a la fianza.

El contratista garantiza a la propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la recepción definitiva de la obra, el contratista quedara relevado de toda responsabilidad, salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

6.1.28. Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitiva, correrán a cargo del contratista.

Por lo tanto, el contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la recepción definitiva.

6.1.29. De la recepción definitiva

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesara la obligación del constructor o instalador de reparar a su cargo, aquellos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedaran solo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

6.1.30. Prórroga del plazo de garantía

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase está en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva, y el técnico director marcara al constructor o instalador los plazos y forma en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

6.1.31. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En el caso de resolución del contrato, el contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el pliego de condiciones particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

6.2. Condiciones económicas

6.2.1. Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Serán considerados costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate, o que sean necesarios para su ejecución.

- Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Serán considerados costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Serán considerados como gastos generales:

- Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la administración pública este porcentaje se establece un 13%).

Será considera como beneficio industrial:

- El beneficio industrial se establece en el 6% sobre la suma de las anteriores partidas.

Será considera como precio de ejecución material:

- Se denominará precio de ejecución material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del beneficio industrial y los gastos generales.

Será considerado como precio de contrata:

- El precio de contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.
- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

6.2.2. Precio de contrata o importe de contrata

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualesquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de ejecución material, más el tanto por ciento sobre este último precio en concepto de gastos generales y beneficio industrial del contratista. Los gastos generales se estiman normalmente en un 13%, y el beneficio se estima normalmente en 6%, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

6.2.3. Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios solo cuando la propiedad por medio del técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista está obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el técnico y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos, y en el plazo que determine el pliego de condiciones particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuentes en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

6.2.4. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas

Si el contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencias a facultativas).

6.2.5. De la revisión de los precios contratados

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al 5% del importe total del presupuesto de contrato.

En caso de producirse variaciones en alza superiores a dicho porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el pliego de condiciones particulares, percibiendo el contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5%.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

6.2.6. Acopio de materiales

El contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario son, de la exclusiva propiedad de este, de su guarda y conservación será responsable el contratista.

6.2.7. Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el constructor al técnico director, este advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales, generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificara por escrito al constructor o instalador, con el fin de que, este haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el técnico director.

Si hecha esta notificación al constructor o instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe el 15% que por los conceptos antes mencionados corresponderá a abonarle al constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

6.2.8. Relaciones valoradas y certificaciones

En cada una de las épocas o fechas que se fijan en el contrato o en los pliegos de condiciones particulares que rijan en la obra, formará el contratista una

relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el técnico.

Lo ejecutado por el contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cubica, superficial, lineal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra, y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente pliego general de condiciones económicas, respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación se le facilitaran por el técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez días siguientes a su recibo, el técnico director aceptara o rechazara las reclamaciones del contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo este, en el segundo caso, acudir ante el propietario contra la resolución del técnico director en la forma prevenida de los pliegos generales de condiciones facultativas y legales.

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedida el técnico director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al propietario, dentro del mes siguiente al periodo a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

6.2.9. Mejoras de obras libremente ejecutadas

Cuando el contratista, incluso con autorización del técnico director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto, o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese

asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o en general, introdujese es esta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del técnico director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

6.2.10. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada

Salvo lo preceptuado en el pliego de condiciones particulares de índole económica, vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades de partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al contratista, salvo el caso de que en el presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el técnico director indicara al contratista y, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar a dicha cuenta, que en realidad será de administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el pliego de condiciones particulares en concepto de gastos generales y beneficio industrial del contratista.

6.2.11. Pagos

Los pagos se efectuarán por el propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el técnico director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

6.2.12. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el calendario de obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

6.2.13. Demora de los pagos

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

6.2.14. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el técnico director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previsto en el contrato. Tampoco serán admitidos aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo en caso de error en las mediciones del proyecto, a menos que el técnico director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos, será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito, los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear, y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirá el mismo criterio y procedimiento, cuando el técnico director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

6.2.15. Unidades de obra defectuosas pero aceptables

Cuando por cualquier causa, fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del técnico director de las obras, este determinará el precio

o partida de abono, después de oír al contratista, el cual, deberá conformarse con dicha resolución, salvo en el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a las condiciones, sin exceder de dicho plazo.

6.2.16. Seguro de las obras

El contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure se ejecución hasta la recepción definitiva, la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la sociedad aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que esta se vaya revalorizando. El reintegro de dicha cantidad al contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del contratista, hecho en documento público, el propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada, la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la compañía aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el técnico director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de compensar toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de seguros, los pondrá el contratista, antes de contratarlos en conocimiento del propietario, al objeto de recabar de este su previa conformidad o reparos.

6.2.17. Conservación de la obra

Si el contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abandonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, este obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el técnico directo fije.

Después de la recepción provisional del edificio, y en el caso de que la conservación del edificio corra a carga del contratista, no deberá haber en las más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente pliego de condiciones económicas.

6.2.18. Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el contratista, con la necesaria y previa autorización del propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizara el propietario a costa de aquel y con cargo a la fianza.

6.3. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSION

6.3.1. Condiciones generales

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiéndose que será rechazado

el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

6.3.2. Canalizaciones eléctricas

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

6.3.2.1. *Conductores aislados bajo tubos protectores*

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos [27].

- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables [27].
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles [27].
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados [27].

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423 [30]. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4 [27]. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior. El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

6.3.2.1.1. Tubos en canalizaciones fijas en superficie

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Tª mínima de instalación y servicio	2	-5 °C
Tª máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido / curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos solidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°.
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos.
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 53. Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

6.3.2.1.2. Tubos en canalizaciones empotradas

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Tª mínima de instalación y servicio	2	-5 °C
Tª máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos solidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°.
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos.
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 54. Tubos en canalizaciones empotradas en huecos o falsos techos.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia al impacto	3	Media
Tª mínima de instalación y servicio	2	-5 °C
Tª máxima de instalación y servicio	2	+ 90 °C (+60 °C canal precableado ordinarias)
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos solidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos.
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 55. Tubos en canalizaciones empotradas embebidas en hormigón o canalizaciones precableadas.

6.3.2.1.3. Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus

características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Tª mínima de instalación y servicio	2	-5 °C
Tª máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad/aislado
Resistencia a la penetración de objetos solidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior mediana y exterior elevada
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Tabla 56. Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm².

6.3.2.1.4. Tubos en canalizaciones enterradas

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	NA	250 N/ 450 N/ 750 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero/ Normal/ Normal
Tª mínima de instalación y servicio	NA	NA
Tª máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos solidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	3	Contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N, y grado ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado normal.

Tabla 57. Tubos en canalizaciones enterradas.

Se considera suelo ligero, aquel suelo uniforme que no ser tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como, por ejemplo, aceras, parques y jardines.

Se considera suelo pesado, aquel del tipo pedregoso y duro, y con cargas superiores pesadas, como, por ejemplo, calzadas o vías férreas.

6.3.2.1.5. Instalación

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

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21 [1], así como las características mínimas según el tipo de instalación.

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

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

conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

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

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

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

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

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1

centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.

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

6.3.2.2. *Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes*

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

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

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable

utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.

- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los
- cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

6.3.2.3. *Conductores aislados enterrados*

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 [1] e ITC-BT-21 [1].

6.3.2.4. *Conductores aislados directamente empotrados en estructuras*

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

6.3.2.5. *Conductores aislados en el interior de la construcción*

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

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

6.3.2.6. *Conductores aislados bajo canales protectoras*

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

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

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

Característica	Grado	
	≤ 16 mm	> 16 mm
Dimensiones del lado mayor de la sección transversal	≤ 16 mm	> 16 mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Tª mínima de instalación y servicio	+ 15 °C	- 5 °C
Tª máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	No inferior a 2
Resistencia a la penetración del agua	No declarada	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	No propagador

Tabla 58. Conductores aislados bajo canales protectoras.

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50085 [28].

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50085 [28].

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

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

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

6.3.2.7. Conductores aislados bajo molduras

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm² serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se harán mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

6.3.2.8. *Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas*

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52 [12].

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm

como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc., tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

6.3.2.9. *Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas*

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

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

6.3.2.10. *Accesibilidad a las instalaciones*

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

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán

empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

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

6.3.3. Conductores

Los conductores empleados se registrarán por las especificaciones del proyecto, según se indica en memoria, planos y mediciones.

6.3.3.1. *Materiales*

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
- ✓ Conductor: de cobre.
- ✓ Formación: unipolares.
- ✓ Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
- ✓ Tensión de prueba: 2.500 V.
- ✓ Instalación: bajo tubo.
- ✓ Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
- ✓ Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
- ✓ Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
- ✓ Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- ✓ Tensión de prueba: 4.000 V.
- ✓ Instalación: al aire o en bandeja.
- ✓ Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

6.3.3.2. Dimensionado

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 [1] para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 [1] para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.
- La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07 [1], apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18 [1], en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

6.3.3.3. Identificación de las instalaciones

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

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

6.3.3.4. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

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

Tensión nominal instalación aislamiento (M Ω)	Tensión ensayo corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (M Ω)
MBTS ó MBTP	250	$\geq 0,25$
≤ 500 V	500	$\geq 0,50$
> 500 V	1000	≥ 1

Tabla 59. Resistencias mínimas de aislamiento.

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

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

6.3.4. Cajas de empalme

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las

dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuerca y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

6.3.5. Mecanismos y tomas de corriente

Los interruptores y conmutadores cortarían la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de torna una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

6.3.6. Aparamenta de mando y protección

6.3.6.1. Cuadros eléctricos

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión [1] y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24 [1].

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso, nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc.), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc.), paneles sinópticos, etc., se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

6.3.6.2. *Interruptores automáticos*

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobrecargas de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobrecargas para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

6.3.6.3. *Guardamotores*

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

6.3.6.4. *Fusibles*

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

6.3.6.5. *Interruptores diferenciales*

La **protección contra contactos directos** se asegurará adoptando las siguientes medidas:

Protección por aislamiento de las partes activas

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- Bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial – residual

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

La **protección contra contactos indirectos** se conseguirá mediante “corte automático de la alimentación”. Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \cdot I_a \leq U$$

donde:

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

I_a: corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección en un dispositivo de corriente diferencial – residual es la corriente diferencial – residual asignada.

U: tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

6.3.6.6. Seccionadores

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

6.3.6.7. Embarrados

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

6.3.6.8. Prensaestopas y etiquetas

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

6.3.7. Receptores de alumbrado

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598 [22].

Las masas de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que

irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc.), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50107 [22].

6.3.8. Receptores a motor

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

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

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

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45 [8].

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

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

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

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20107, 20108, 20111, 20112, 20113, 20121, 20122 y 20324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- Carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- Estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá

evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.

- Rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- Eje: de acero duro.
- Ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- Rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- Cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- Potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- Velocidad de rotación de la máquina accionada.
- Características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- Clase de protección (IP 44 o IP 54).
- Clase de aislamiento (B o F).
- Forma constructiva.
- Temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- Momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- Curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "desatarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estático sea superior a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO

y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- Potencia del motor.
- Velocidad de rotación.
- Intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- Intensidad de arranque.
- Tensión(es) de funcionamiento.
- Nombre del fabricante y modelo.

6.3.9. 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 sollicitaciones 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.

6.3.9.1. Uniones a tierra

6.3.9.1.1. Tomas de tierra

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

- Barras, tubos.
- Pletinas, conductores desnudos.
- Placas.
- Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones.
- Armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas.
- Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21022 [16].

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.

6.3.9.1.2. Conductores de tierra

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

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 60. Secciones mínimas para los conductores de protección.

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

6.3.9.1.3. 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.

6.3.9.1.4. Conductores de protección

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

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

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

Tabla 61. Sección mínima del conductor de protección.

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.
- Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos.
- 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.

6.3.10. Inspecciones y pruebas en fábrica

La aparatamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 MΩ.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

6.3.11. Control

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el técnico director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que, por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

6.3.12. Seguridad

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.

- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

6.3.13. Limpieza

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

6.3.14. Mantenimiento

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

6.3.15. Criterios de medición

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de

realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapaspas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc.), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc.) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.

6.4. Condiciones técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones de suministro de agua

6.4.1. Ejecución

La instalación de suministro de agua se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra.

Durante la ejecución e instalación de los materiales, accesorios y productos de construcción en la instalación interior, se utilizarán técnicas apropiadas para no empeorar el agua suministrada y en ningún caso incumplir los valores paramétricos establecidos en el Anexo I del Real Decreto 140/2003 [64].

6.4.1.1. Redes de tuberías

6.4.1.1.1. Condiciones generales

La ejecución de las redes de tuberías se realizará de manera que se consigan los objetivos previstos en el proyecto sin dañar o deteriorar al resto del edificio, conservando las características del agua suministrada respecto de

su potabilidad, evitando ruidos molestos, procurando las condiciones necesarias para la mayor duración posible de la instalación, así como las mejores condiciones para su mantenimiento y conservación.

Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. Si esto no fuera posible, por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo. Cuando discurran por conductos, éstos estarán debidamente ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado.

El trazado de las tuberías vistas se efectuará en forma limpia y ordenada. Si estuvieran expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos, deben protegerse adecuadamente.

La ejecución de redes enterradas atenderá preferentemente a la protección frente a fenómenos de corrosión, esfuerzos mecánicos y daños por la formación de hielo en su interior. Las conducciones no deben ser instaladas en contacto con el terreno, disponiendo siempre de un adecuado revestimiento de protección. Si fuese preciso, además del revestimiento de protección se procederá a realizar una protección catódica, con ánodos de sacrificio y, si fuera el caso, con corriente impresa.

6.4.1.1.2. Uniones y juntas

Las uniones de los tubos serán estancas.

Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción, o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos, y en tuberías enterradas mediante estribos y apoyos dispuestos en curvas y derivaciones.

En las uniones de tubos de acero galvanizado o zincado las roscas de los tubos serán del tipo cónico, de acuerdo a la norma UNE EN 10242:1995 [66]. Los tubos sólo pueden soldarse si la protección interior se puede restablecer o si puede aplicarse una nueva. Son admisibles las soldaduras fuertes, siempre que se sigan las instrucciones del fabricante. Los tubos no se podrán curvar salvo cuando se verifiquen los criterios de la norma UNE EN 10240:1998 [66]. En las uniones tubo-accesorio se observarán las indicaciones del fabricante.

Las uniones de tubos de cobre se podrán realizar por medio de soldadura o por medio de manguitos mecánicos. La soldadura, por capilaridad, blanda o

fuerte, se podrá realizar mediante manguitos para soldar por capilaridad o por enchufe soldado. Los manguitos mecánicos podrán ser de compresión, de ajuste cónico y de pestañas.

Las uniones de tubos de plástico se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

6.4.1.1.3. Protecciones

Protección contra la corrosión

Las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos y curvas.

Los revestimientos adecuados, cuando los tubos discurren enterrados o empotrados, según el material de los mismos, serán:

- Para tubos de acero con revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o con alquitrán de poliuretano.
- Para tubos de cobre con revestimiento de plástico.
- Para tubos de fundición con revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, con betún, con láminas de poliuretano o con zincado con recubrimiento de cobertura.

Los tubos de acero galvanizado empotrados para transporte de agua fría se recubrirán con una lechada de cemento, y los que se utilicen para transporte de agua caliente deben recubrirse preferentemente con una coquilla o envoltura aislante de un material que no absorba humedad y que permita las dilataciones y contracciones provocadas por las variaciones de temperatura.

Toda conducción exterior y al aire libre, se protegerá igualmente. En este caso, los tubos de acero podrán ser protegidos, además, con recubrimientos de cinc. Para los tubos de acero que discurren por cubiertas de hormigón se dispondrá de manera adicional a la envuelta del tubo de una lámina de retención de 1 m de ancho entre éstos y el hormigón. Cuando los tubos discurren por canales de suelo, ha de garantizarse que estos son impermeables o bien que disponen de adecuada ventilación y drenaje. En las

redes metálicas enterradas, se instalará una junta dieléctrica después de la entrada al edificio y antes de la salida.

Para la corrosión por el uso de materiales distintos se aplicará lo especificado en el apartado “Incompatibilidad de materiales”.

Para la corrosión por elementos contenidos en el agua de suministro, además de lo reseñado, se instalarán los filtros especificados en el apartado “Incompatibilidad de los materiales y el agua”.

Protección contra las condensaciones

Tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante pero sí con capacidad de actuación como barrera antivapor, que evite los daños que dichas condensaciones pudieran causar al resto de la edificación.

Dicho elemento se instalará de la misma forma que se ha descrito para el elemento de protección contra los agentes externos, pudiendo en cualquier caso utilizarse el mismo para ambas protecciones.

Se considerarán válidos los materiales que cumplen lo dispuesto en la norma UNE 100171:1989 [68].

Protecciones térmicas

Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100171:1989 [67] se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas.

Cuando la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red pueda alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente dicha red con aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado, considerándose adecuado el que indica la norma UNE EN ISO 12241:1999 [68].

Protección contra esfuerzos mecánicos

Cuando una tubería haya de atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo hará dentro de una funda, también de sección circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente. Cuando, en

instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical, el pasatubos sobresaldrá al menos 3 cm por el lado en que pudieran producirse golpes ocasionales, con el fin de proteger al tubo. Igualmente, si se produce un cambio de sentido, éste sobresaldrá como mínimo una longitud igual al diámetro de la tubería más 1 cm.

Cuando la red de tuberías atraviese, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador, de forma que los posibles movimientos estructurales no le transmitan esfuerzos de tipo mecánico.

La suma de golpe de ariete y de presión de reposo no debe sobrepasar la sobrepresión de servicio admisible. La magnitud del golpe de ariete positivo en el funcionamiento de las válvulas y aparatos medido inmediatamente antes de éstos, no debe sobrepasar 2 bar; el golpe de ariete negativo no debe descender por debajo del 50 % de la presión de servicio.

Protección contra ruidos

Como normas generales a adoptar, sin perjuicio de lo que pueda establecer el Documento Básico HR al respecto, se adoptarán las siguientes:

- Los huecos o patinillos, tanto horizontales como verticales, por donde discurran las conducciones, estarán situados en zonas comunes.
- A la salida de las bombas se instalarán conectores flexibles para atenuar la transmisión del ruido y las vibraciones a lo largo de la red de distribución. Dichos conectores serán adecuados al tipo de tubo y a su lugar de instalación.

Los soportes y colgantes para tramos de la red interior con tubos metálicos que transporten el agua a velocidades comprendidas entre 1,5 y 2,0 m/s serán antivibratorios. Igualmente, se utilizarán anclajes y guías flexibles que vayan a estar rígidamente unidos a la estructura del edificio.

6.4.1.1.4. Accesorios

Grapas y abrazaderas

La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio.

Las grapas y abrazaderas serán siempre de fácil montaje y desmontaje, además de actuar como aislante eléctrico.

Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.

Soportes

Se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre éstos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones.

No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución, para lo cual se adoptarán las medidas preventivas necesarias. La longitud de empotramiento será tal que garantice una perfecta fijación de la red sin posibles desprendimientos.

De igual forma que para las grapas y abrazaderas, se interpondrá un elemento elástico en los mismos casos, incluso cuando se trate de soportes que agrupan varios tubos.

La máxima separación que habrá entre soportes dependerá del tipo de tubería, de su diámetro y de su posición en la instalación.

6.4.1.2. Sistemas de medición del consumo. Contadores

6.4.1.2.1. Alojamiento del contador general

La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida. El desagüe lo conformará un sumidero de tipo sifónico provisto de rejilla de acero inoxidable recibida en la superficie de dicho fondo o piso. El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio si ésta es capaz de absorber dicho caudal y, si no lo fuese, se hará directamente a la red pública de alcantarillado.

Las superficies interiores de la cámara o arqueta, cuando ésta se realice "in situ", se terminarán adecuadamente mediante un enfoscado, bruñido y fratasado, sin esquinas en el fondo, que a su vez tendrá la pendiente

adecuada hacia el sumidero. Si la misma fuera prefabricada cumplirá los mismos requisitos de forma general.

En cualquier caso, contará con la preinstalación adecuada para una conexión de envío de señales para la lectura a distancia del contador.

Estarán cerradas con puertas capaces de resistir adecuadamente tanto la acción de la intemperie como posibles esfuerzos mecánicos derivados de su utilización y situación. En las mismas, se practicarán aberturas fijas, taladros o rejillas, que posibiliten la necesaria ventilación de la cámara. Irán provistas de cerradura y llave, para impedir la manipulación por personas no autorizadas, tanto del contador como de sus llaves.

La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida. El desagüe lo conformará un sumidero de tipo sifónico provisto de rejilla de acero inoxidable recibida en la superficie de dicho fondo o piso. El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio si ésta es capaz de absorber dicho caudal y, si no lo fuese, se hará directamente a la red pública de alcantarillado.

6.4.1.2.2. Contadores individuales aislados

Se alojarán en cámara, arqueta o armario, según las distintas posibilidades de instalación y cumpliendo los requisitos establecidos en el apartado anterior, en cuanto a sus condiciones de ejecución. En cualquier caso, este alojamiento dispondrá de desagüe capaz para el caudal máximo contenido en este tramo de la instalación, conectado, o bien a la red general de evacuación del edificio, o bien con una red de independiente que recoja todos ellos y la conecte con dicha red general.

6.4.1.3. Sistemas de control de presión

6.4.1.3.1. Montaje del grupo de sobreelevación

Deposito auxiliar de alimentación

En estos depósitos el agua de consumo humano podrá ser almacenada bajo las siguientes premisas:

- El depósito habrá de estar en una posición fácilmente accesible y ser fácil de limpiar. Contará en cualquier caso con tapa, que ha de estar asegurada contra deslizamiento, y disponer en la zona más alta de suficiente ventilación y aireación.
- Habrá que asegurar todas las uniones con la atmósfera contra la entrada de animales e inmisiones nocivas con dispositivos eficaces tales como tamices de trama densa para ventilación y aireación y sifón para el rebosado.

En cuanto a su construcción, será capaz de resistir las cargas previstas debidas al agua contenida más las debidas a la sobrepresión de la red si es el caso.

Estarán, en todos los casos, provistos de un rebosadero, considerando las disposiciones contra retorno del agua especificadas.

Se dispondrá, en la tubería de alimentación al depósito, uno o varios dispositivos de cierre para evitar que el nivel de llenado del mismo supere el máximo previsto. Dichos dispositivos serán válvulas pilotadas. En el caso de existir exceso de presión habrá de interponerse, antes de dichas válvulas, una que limite dicha presión con el fin de no producir el deterioro de las anteriores.

La centralita de maniobra y control del equipo dispondrá de un hidronivel de protección para impedir el funcionamiento de las bombas con bajo nivel de agua.

Se dispondrán los mecanismos necesarios que permitan la fácil evacuación del agua contenida en el depósito, para facilitar su mantenimiento y limpieza. Así mismo, se construirán y conectarán de manera que el agua se renueve por su propio modo de funcionamiento, evitando siempre la existencia de agua estancada.

Bombas

Se montarán sobre bancada de hormigón u otro tipo de material que garantice la suficiente masa e inercia al conjunto e impida la transmisión de ruidos y vibraciones al edificio.

A la salida de cada bomba se instalará un manguito elástico, con el fin de impedir la transmisión de vibraciones a la red de tuberías.

Igualmente, se dispondrán llaves de cierre, antes y después de cada bomba, de manera que se puedan desmontar sin interrupción del abastecimiento de agua.

Se realizará siempre una adecuada nivelación.

Las bombas de impulsión se instalarán preferiblemente sumergidas.

Depósito de presión

Estará dotado de un presostato con manómetro, tarado a las presiones máxima y mínima de servicio, haciendo las veces de interruptor, comandando la centralita de maniobra y control de las bombas, de tal manera que éstas sólo funcionen en el momento en que disminuya la presión en el interior del depósito hasta los límites establecidos, provocando el corte de corriente y, por tanto, la parada de los equipos de bombeo cuando se alcance la presión máxima del aire contenido en el depósito. Los valores correspondientes de reglaje han de figurar de forma visible en el depósito.

En equipos con varias bombas de funcionamiento en cascada, se instalarán tantos presostatos como bombas se desee hacer entrar en funcionamiento. Dichos presostatos se tararán mediante un valor de presión diferencial para que las bombas entren en funcionamiento consecutivo para ahorrar energía.

Cumplirán la reglamentación vigente sobre aparatos a presión y su construcción atenderá, en cualquier caso, al uso previsto. Dispondrán, en lugar visible, de una placa en la que figure la contraseña de certificación, las presiones máximas de trabajo y prueba, la fecha de timbrado, el espesor de la chapa y el volumen.

El timbre de presión máxima de trabajo del depósito superará, al menos en 1 bar, a la presión máxima prevista a la instalación.

Dispondrá de una válvula de seguridad, situada en su parte superior, con una presión de apertura por encima de la presión nominal de trabajo e igual o inferior a la presión de timbrado del depósito.

Con objeto de evitar paradas y puestas en marcha demasiado frecuentes del equipo de bombeo, con el consiguiente gasto de energía, se dará un margen suficientemente amplio entre la presión máxima y la presión mínima en el interior del depósito, tal como figura en los puntos correspondientes a su cálculo.

Si se instalan varios depósitos, estos pueden disponerse tanto en línea como en derivación.

Las conducciones de conexión se instalarán de manera que el aire comprimido no pueda llegar ni a la entrada al depósito ni a su salida a la red de distribución.

6.4.1.3.2. Ejecución y montaje del reductor de presión

Cuando existan baterías mezcladoras, se instalará una reducción de presión centralizada.

Se instalarán libres de presiones y preferiblemente con la caperuza de muelle dispuesta en vertical.

Asimismo, se dispondrá de un racor de conexión para la instalación de un aparato de medición de presión o un puente de presión diferencial. Para impedir reacciones sobre el reductor de presión, debe disponerse en su lado de salida, como tramo de retardo con la misma medida nominal, un tramo de tubo de una longitud mínima de cinco veces el diámetro interior.

Si en el lado de salida se encuentran partes de la instalación que, por un cierre incompleto del reductor, serán sobrecargadas con una presión no admisible, hay que instalar una válvula de seguridad. La presión de salida del reductor en estos casos ha de ajustarse como mínimo un 20 % por debajo de la presión de reacción de la válvula de seguridad.

6.4.1.4. Montaje de los filtros

El filtro ha de instalarse antes del primer llenado de la instalación, y se situará inmediatamente delante del contador según el sentido de circulación del agua. Deben instalarse únicamente filtros adecuados.

En la ampliación de instalaciones existentes o en el cambio de tramos grandes de instalación, es conveniente la instalación de un filtro adicional en el punto de transición, para evitar la transferencia de materias sólidas de los tramos de conducción existentes.

Para no tener que interrumpir el abastecimiento de agua durante los trabajos de mantenimiento, se recomienda la instalación de filtros retroenjuagables o de instalaciones paralelas.

Se conectará una tubería con salida libre para la evacuación del agua del autolimpiado.

6.4.1.4.1. Instalación de aparatos dosificadores

Sólo deben instalarse aparatos de dosificación conformes con la reglamentación vigente.

Cuando se deba tratar toda el agua potable dentro de una instalación, se instalará el aparato de dosificación detrás de la instalación de contador y, en caso de existir, detrás del filtro y del reductor de presión.

Si sólo ha de tratarse el agua potable para la producción de A.C.S., entonces se instala delante del grupo de válvulas en la alimentación de agua fría al generador de A.C.S.

6.4.1.4.2. Montaje de los equipos de descalcificación

La tubería para la evacuación del agua de enjuagado y regeneración debe conectarse con salida libre.

Cuando se deba tratar toda el agua potable dentro de una instalación, se instalará el aparato de descalcificación detrás de la instalación de contador y del filtro incorporado y delante de un aparato de dosificación eventualmente existente.

Cuando sólo deba tratarse el agua potable para la producción de A.C.S., entonces se instalará delante del grupo de valvulería, en la alimentación de agua fría al generador de A.C.S.

Cuando sea pertinente, se mezclará el agua descalcificada con agua dura para obtener la adecuada dureza de la misma.

Cuando se monte un sistema de tratamiento electrolítico del agua mediante ánodos de aluminio, se instalará en el último acumulador de A.C.S. de la serie, como especifica la norma UNE 112076:2004 [65].

6.4.2. Puesta en servicio

6.4.2.1. Pruebas y ensayos de las instalaciones

6.4.2.1.1. Pruebas de las instalaciones interiores

La empresa instaladora estará obligada a efectuar una prueba de resistencia mecánica y estanqueidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que

integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control.

Para iniciar la prueba se llenará de agua toda la instalación, manteniendo abiertos los grifos terminales hasta que se tenga la seguridad de que la purga ha sido completa y no queda nada de aire. Entonces se cerrarán los grifos que han servido de purga y el de la fuente de alimentación. A continuación, se empleará la bomba, que ya estará conectada y se mantendrá en funcionamiento hasta alcanzar la presión de prueba. Una vez acondicionada, se procederá en función del tipo del material como sigue:

Para las tuberías metálicas se considerarán válidas las pruebas realizadas según se describe en la norma UNE 100151:2004.

Para las tuberías termoplásticas y multicapa se considerarán válidas las pruebas realizadas conforme al método A descrito en la norma UNE EN 12108:2002.

Una vez realizada la prueba anterior, a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometiéndose nuevamente a la prueba anterior.

El manómetro que se utilice en esta prueba debe apreciar como mínimo intervalos de presión de 0,1 bar.

Las presiones aludidas anteriormente se refieren a nivel de la calzada.

6.4.2.1.2. Pruebas particulares de las instalaciones de ACS

En las instalaciones de preparación de ACS. se realizarán las siguientes pruebas de funcionamiento:

- Medición de caudal y temperatura en los puntos de agua.
- Obtención de los caudales exigidos a la temperatura fijada una vez abiertos el número de grifos estimados en la simultaneidad.
- Comprobación del tiempo que tarda el agua en salir a la temperatura de funcionamiento una vez realizado el equilibrado hidráulico de las distintas ramas de la red de retorno y abiertos uno a uno el grifo más alejado de cada uno de los ramales, sin haber abierto ningún grifo en las últimas 24 horas.
- Medición de temperaturas de la red.
- Con el acumulador a régimen, comprobación con termómetro de contacto de las temperaturas del mismo, en su salida y en los grifos. La

temperatura del retorno no debe ser inferior en 3°C a la de salida del acumulador.

6.4.3. Productos de construcción

6.4.3.1. *Condiciones generales de los materiales*

De forma general, todos los materiales que se vayan a utilizar en las instalaciones de agua de consumo humano cumplirán los siguientes requisitos:

- Todos los productos empleados deben cumplir lo especificado en la legislación vigente para aguas de consumo humano.
- No deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada.
- Serán resistentes a la corrosión interior.
- Serán capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio.
- No presentarán incompatibilidad electroquímica entre sí.
- Deben ser resistentes, sin presentar daños ni deterioro, a temperaturas de hasta 40°C, sin que tampoco les afecte la temperatura exterior de su entorno inmediato.
- Serán compatibles con el agua a transportar y contener y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano.
- Su envejecimiento, fatiga, durabilidad y todo tipo de factores mecánicos, físicos o químicos, no disminuirán la vida útil prevista de la instalación.

Para que se cumplan las condiciones anteriores, se podrán utilizar revestimientos, sistemas de protección o los ya citados sistemas de tratamiento de agua.

6.4.3.2. *Condiciones particulares de los materiales*

En función de las condiciones expuestas en el apartado anterior, se consideran adecuados para las instalaciones de agua de consumo humano los siguientes tubos:

- Tubos de acero galvanizado, según norma UNE 19047:1996 [69].
- Tubos de cobre, según norma UNE EN 1057:1996 [70].
- Tubos de acero inoxidable, según norma UNE 19049-1:1997 [71].
- Tubos de fundición dúctil, según norma UNE EN 545:1995 [72].

- Tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), según norma UNE-EN ISO 1452:2010 [73].
- Tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), según norma UNE EN ISO 15877:2004 [74].
- Tubos de polietileno (PE), según norma UNE EN 12201:2003 [75].
- Tubos de polietileno reticulado (PE-X), según norma UNE EN ISO 15875:2004 [76].
- Tubos de polibutileno (PB), según norma UNE EN ISO 15876:2004 [77].
- Tubos de polipropileno (PP), según norma UNE EN ISO 15874:2004 [78].
- Tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-RT), según norma UNE EN ISO 21003 [79].
- Tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X), según norma UNE EN ISO 21003 [80].

No podrán emplearse para las tuberías ni para los accesorios materiales que puedan producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.

El ACS. se considera igualmente agua de consumo humano y cumplirá, por tanto, con todos los requisitos al respecto.

Dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua, quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo.

Todos los materiales utilizados en los tubos, accesorios y componentes de la red, incluyendo también las juntas elásticas y productos usados para la estanqueidad, así como los materiales de aporte y fundentes para soldaduras, cumplirán igualmente las condiciones expuestas.

6.4.3.2.1. Aislantes térmicos

El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, y evitar condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación.

6.4.3.2.2. Válvulas y llaves

El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen.

El cuerpo de la llave o válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico. Solamente pueden emplearse válvulas de cierre por giro de 90° como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento.

Serán resistentes a una presión de servicio de 10 bar.

6.4.3.3. Incompatibilidades

6.4.3.3.1. Incompatibilidad de los materiales y el agua

Se evitará siempre la incompatibilidad de las tuberías de acero galvanizado y cobre controlando la agresividad del agua. Para los tubos de acero galvanizado se considerarán agresivas las aguas no incrustantes con contenidos de ion cloruro superiores a 250 mg/l. Para su valoración se empleará el índice de Langelier. Para los tubos de cobre se considerarán agresivas las aguas dulces y ácidas (pH inferior a 6,5) y con contenidos altos de CO₂. Para su valoración se empleará el índice de Lucey.

Para los tubos de acero galvanizado, las condiciones límite del agua a transportar, a partir de las cuales será necesario un tratamiento, serán las de la siguiente tabla:

Características	Agua fría	Agua caliente
Resistividad (Ohm x cm)	1.500 - 4.500	2.200 - 4.500
Título alcalimétrico completo	1.60 mínimo	1.60 mínimo
Oxígeno disuelto, mg/l	4.00 mínimo	-
CO ₂ libre, mg/l	30.00 máximo	15.00 máximo
CO ₂ agresivo, mg/l	5.00 máximo	-
Calcio (Ca ²⁺), mg/l	32.00 mínimo	32.00 mínimo
Sulfatos (SO ₄ ²⁻), mg/l	150.00 máximo	96.00 máximo
Cloruros (Cl ⁻), mg/l	100.00 máximo	71.00 máximo
Sulfatos + Cloruros meq/l	-	3.00 máximo

Tabla 62. Condiciones límites del agua a transportar para tubos de acero galvanizado.

Para los tubos de cobre, las condiciones límite del agua a transportar, a partir de las cuales será necesario un tratamiento, serán las de la siguiente tabla:

Características	Agua fría y agua caliente
pH	7.00 mínimo
CO ₂ libre, mg/l	no concentraciones altas
Índice de Langelier (IS)	debe ser positivo
Dureza total (TH), °F	5 mínimo (no aguas dulces)

Tabla 63. Condiciones límites del agua a transportar para tubos de cobre.

Para las tuberías de acero inoxidable, la calidad se seleccionará en función del contenido de cloruros disueltos en el agua. Cuando éstos no sobrepasen los 200 mg/l se puede emplear el acero AISI-304. Para concentraciones superiores es necesario utilizar el acero AISI-316.

6.4.3.3.2. Incompatibilidades entre materiales

Se evitará el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor.

En particular, las tuberías de cobre no se colocarán antes de las conducciones de acero galvanizado, según el sentido de circulación del agua, para evitar la aparición de fenómenos de corrosión por la formación de pares galvánicos y arrastre de iones Cu^+ hacía las conducciones de acero galvanizado, que aceleren el proceso de perforación.

Igualmente, no se instalarán aparatos de producción de A.C.S. de cobre colocados antes de canalizaciones de acero.

Excepcionalmente, por requisitos insalvables de la instalación, se admitirá el uso de manguitos antielectrolíticos, de material plástico, en la unión del cobre y el acero galvanizado.

Se autoriza, sin embargo, el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención entre ambas tuberías.

Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable.

En las vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para evitar contactos inconvenientes entre distintos materiales.

6.4.3.4. Mantenimiento y conservación

6.4.3.4.1. Interrupción del servicio

En las instalaciones de agua de consumo humano que no se pongan en servicio después de 4 semanas desde su terminación, o aquellas que permanezcan fuera de servicio más de 6 meses, se cerrará su conexión y se procederá a su vaciado.

Las acometidas que no sean utilizadas inmediatamente tras su terminación o que estén paradas temporalmente, deben cerrarse en la conducción de

abastecimiento. Las acometidas que no se utilicen durante 1 año deben ser taponadas.

6.4.3.4.2. Nueva puesta en servicio

En instalaciones de descalcificación habrá que iniciar una regeneración por arranque manual.

Las instalaciones de agua de consumo humano que hayan sido puestas fuera de servicio y vaciadas provisionalmente deben ser lavadas a fondo para la nueva puesta en servicio. Para ello se podrá seguir el procedimiento siguiente:

- Para el llenado de la instalación se abrirán al principio solo un poco las llaves de cierre, empezando por la llave de cierre principal. A continuación, para evitar golpes de ariete y daños, se purgarán de aire durante un tiempo las conducciones por apertura lenta de cada una de las llaves de toma, empezando por la más alejada o la situada más alta, hasta que no salga más aire. A continuación, se abrirán totalmente las llaves de cierre y lavarán las conducciones.
- Una vez llenadas y lavadas las conducciones y con todas las llaves de toma cerradas, se comprobará la estanqueidad de la instalación por control visual de todas las conducciones accesibles, conexiones y dispositivos de consumo.

6.4.3.4.3. Mantenimiento de las instalaciones

Las operaciones de mantenimiento relativas a las instalaciones de fontanería recogerán detalladamente las prescripciones contenidas para estas instalaciones en el Real Decreto 865/2003 sobre criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, y particularmente todo lo referido en su Anexo 3.

Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento, tales como elementos de medida, control, protección y maniobra, así como válvulas, compuertas y unidades terminales que deban quedar ocultos, se situarán en espacios que permitan la accesibilidad.

Se aconseja situar las tuberías en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de su recorrido para facilitar la inspección de las mismas y de sus accesorios.



En caso de contabilización del consumo mediante batería de contadores, los montantes hasta cada derivación particular se considerará que forman parte de la instalación general, a efectos de conservación y mantenimiento puesto que discurren por zonas comunes del edificio.

6.5. Condiciones técnicas para la ejecución y montaje de las instalaciones de solar térmica

6.5.1. Condiciones de montaje

6.5.1.1. Generalidades

La instalación se construirá en su totalidad utilizando materiales y procedimientos de ejecución que garanticen el cumplimiento de las exigencias del servicio, la durabilidad y las condiciones de salubridad y que faciliten el mantenimiento de la instalación.

Se tendrán en cuenta las especificaciones dadas por los fabricantes de cada uno de los componentes.

A efectos de las especificaciones de montaje de la instalación, éstas se complementarán con la aplicación de las reglamentaciones vigentes que sean de aplicación.

Es responsabilidad del suministrador comprobar que el edificio reúne las condiciones necesarias para soportar la instalación, indicándolo expresamente en la documentación.

Es responsabilidad del suministrador el comprobar la calidad de los materiales y agua utilizados, cuidando que se ajusten a lo especificado en estas normas, y el evitar el uso de materiales incompatibles entre sí.

El suministrador será responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidas durante el transporte, el almacenamiento y el montaje, hasta tanto no se proceda a su unión, por medio de elementos de taponamiento de forma y resistencia adecuadas para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato.

Especial cuidado se tendrá con materiales frágiles y delicados, como luminarias, mecanismos, equipos de medida, etc., que deberán quedar debidamente protegidos.

Durante el montaje, el suministrador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de conducciones y cables.

Así mismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente todos los equipos (captadores, acumuladores, etc.), cuadros eléctricos, instrumentos de medida, etc. de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones y cambios de dirección se realizará con los correspondientes accesorios y/o cajas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

En las partes dañadas por roces en los equipos, producidos durante el traslado o el montaje, el suministrador aplicará pintura rica en zinc u otro material equivalente.

La instalación de los equipos, válvulas y purgadores permitirá su posterior acceso a los mismos a efectos de su mantenimiento, reparación o desmontaje.

Se procurará que las placas de características de los equipos sean visibles una vez instalados.

Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante serán recubiertos con dos manos de pintura antioxidante.

Los circuitos de distribución de agua caliente sanitaria se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio.

Todos los equipos y circuitos podrán vaciarse total o parcialmente, realizándose esto desde los puntos más bajos de la instalación.

Las conexiones entre los puntos de vaciado y los desagües se realizarán de forma que el paso del agua quede perfectamente visible.

Los botellines de purga estarán siempre en lugares accesibles y, siempre que sea posible, visibles.

6.5.1.2. *Montaje de la estructura soporte y de los captadores*

Si los captadores son instalados en los tejados del edificio, deberá asegurarse la estanqueidad en los puntos de anclaje.

La instalación permitirá el acceso a los captadores, de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura, pudiendo desmontar cada captador con el mínimo de actuaciones sobre los demás.

Las tuberías flexibles se conectarán a los captadores utilizando, preferentemente, accesorios para mangueras flexibles.

Cuando se monten tuberías flexibles, se evitará que queden retorcidas y que se produzcan radios de curvatura inferiores a los especificados por el fabricante.

El suministrador evitará que los captadores queden expuestos al sol por períodos prolongados durante el montaje. En este período, las conexiones del captador deben estar abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.

Terminado el montaje, durante el tiempo previo al arranque de la instalación, si se prevé que éste pueda ser largo, el suministrador procederá a tapar los captadores.

6.5.1.3. *Montaje del acumulador*

La estructura soporte para los depósitos y su fijación se realizarán según la normativa vigente.

La estructura soporte y su fijación, para depósitos de más de 1000 litros situados en cubiertas o pisos, deberá ser diseñada por un profesional competente. La ubicación de los acumuladores y sus estructuras de sujeción, cuando se sitúen en cubiertas de piso, tendrá en cuenta las características de la edificación, y requerirá, para depósitos de más de 300 litros, el diseño de un profesional competente.

6.5.1.4. *Montaje del intercambiador*

Se tendrá en cuenta la accesibilidad al intercambiador, para operaciones de sustitución o reparación.

6.5.1.5. *Montaje de la bomba de circulación*

Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda ser desmontado fácilmente. El acoplamiento de una bomba en línea con la tubería podrá ser de tipo roscado hasta el diámetro DN 32.

El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

Las tuberías conectadas a bombas en línea dispondrán, en las inmediaciones de las mismas, de soportes adecuados para que no se provoquen esfuerzos recíprocos.

En la conexión de las tuberías a las bombas, cuando la potencia de accionamiento sea superior a 700 W, se dispondrán manguitos antivibratorios para garantizar la no aparición de esfuerzos recíprocos.

Todas las bombas estarán dotadas de tomas para la medición de presiones en aspiración e impulsión.

Todas las bombas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica.

Cuando se monten bombas con prensaestopas, se instalarán sistemas de llenado automáticos.

6.5.1.6. *Montaje de tuberías y accesorios*

Antes del montaje, deberá comprobarse que las tuberías no estén rotas, fisuradas, dobladas, aplastadas, oxidadas o dañadas de cualquier otra forma.

Se almacenarán en lugares donde estén protegidas contra los agentes atmosféricos. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras y arrastres, que podrían dañar la resistencia mecánica, las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anticorrosión.

Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanquidad, etc. se guardarán en locales cerrados.

Las tuberías serán instaladas de forma ordenada, utilizando fundamentalmente tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes que deban darse.

Las tuberías se instalarán con la menor separación posible a los paramentos, dejando el espacio suficiente para manipular el aislamiento y los accesorios. En cualquier caso, la distancia mínima de las tuberías o sus accesorios a elementos estructurales será de 5 cm.

Las tuberías discurrirán siempre por debajo de canalizaciones eléctricas que crucen o corran paralelamente.

La distancia en línea recta entre la superficie exterior de la tubería, con su eventual aislamiento, y la del cable o tubo protector, no debe ser inferior a los siguientes valores:

- 5 cm para cables bajo tubo con tensión inferior a 1000 V.
- 30 cm para cables sin protección con tensión inferior a 1000 V.
- 50 cm para cables con tensión superior a 1000 V.

Las tuberías no se instalarán nunca encima de equipos eléctricos, tales como cuadros o motores.

No se permitirá la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores, centros de transformación, chimeneas y conductos de climatización o ventilación.

Las conexiones entre las tuberías y los componentes se realizarán de forma que no se transmitan esfuerzos mecánicos.

Las conexiones entre los componentes del circuito deben ser fácilmente desmontables, mediante bridas o racores, con el fin de facilitar su sustitución o reparación.

Los cambios de sección en tuberías horizontales se realizarán de forma que se evite la formación de bolsas de aire, mediante manguitos de reducción excéntricos o enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas.

Para evitar la formación de bolsas de aire, los tramos horizontales de tubería se montarán siempre con una pendiente ascendente del 1% en el sentido de circulación.

Se facilitará la dilatación de las tuberías utilizando cambios de dirección o dilatadores axiales.

Las uniones de las tuberías de acero podrán ser por soldadura o roscadas. Las uniones con la valvulería y los equipos podrán ser roscadas hasta 2" de diámetro. Para diámetros superiores, las uniones se realizarán mediante bridas.

En ningún caso se permitirá ningún tipo de soldadura en tuberías galvanizadas.

Las uniones entre tuberías de cobre se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad.

En circuitos abiertos, el sentido de flujo del agua deberá ser siempre del acero al cobre.

El dimensionado, separación y disposición de los soportes de tubería se realizará de acuerdo con las prescripciones de la norma UNE 100152. Durante el montaje se evitarán, en los cortes para la unión de tuberías, las rebabas y escorias.

En las ramificaciones soldadas, el final del tubo ramificado no debe proyectarse en el interior del tubo principal.

Los sistemas de seguridad y expansión se conectarán de forma que se evite cualquier acumulación de suciedad o de impurezas.

Las dilataciones que sufren las tuberías al variar la temperatura del fluido deben compensarse a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos, donde suelen concentrarse los esfuerzos de dilatación y contracción.

En las salas de máquinas se aprovecharán los frecuentes cambios de dirección para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y pueda soportar las variaciones de longitud.

En los trazados de tuberías de gran longitud, horizontales o verticales, se compensarán los movimientos de tuberías mediante dilatadores axiales.

6.5.1.7. Montaje de la instalación

El aislamiento no podrá quedar interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio.

El manguito pasamuros deberá tener las dimensiones suficientes para que pase la conducción con su aislamiento, con una holgura máxima de 3 cm.

Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos por el material aislante.

El puente térmico constituido por el mismo soporte deberá quedar interrumpido por la interposición de un material elástico (goma, fieltro, etc.) entre el mismo y la conducción.

Después de la instalación del aislamiento térmico, los instrumentos de medida y de control, así como válvulas de desagües, volante, etc., deberán quedar visibles y accesibles.

Las franjas y flechas que distinguen el tipo de fluido transportado en el interior de las conducciones, se pintarán o se pegarán sobre la superficie exterior del aislamiento o de su protección.

6.5.2. Requisitos técnicos del contrato de mantenimiento

6.5.2.1. Generalidades

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo) por un período de tiempo al menos igual que el de la garantía.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie útil homologada inferior o igual a 20 m², y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficies superiores a 20 m².

En el caso de que en algún mes del año la contribución solar pudiera sobrepasar el 100 % de la demanda energética se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:

- Vaciado parcial del campo de captadores: Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero, dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, habrá de ser repuesto por un fluido de características similares,

debiendo incluirse este trabajo en su caso entre las labores del contrato de mantenimiento.

- Tapado parcial del campo de captadores: En este caso, el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y, a su vez, evacúa los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que sigue atravesando el captador).
- Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes.
- Sistemas de vaciado y llenado automático del campo de captadores.

En caso de optarse por las soluciones expuestas en los puntos anteriores, deberán programarse y detallarse dentro del contrato de mantenimiento las visitas a realizar para el vaciado parcial o tapado parcial del campo de captadores y reposición de las condiciones iniciales. Estas visitas se programarán de forma que se realicen una antes y otra después de cada período de sobreproducción energética. También se incluirá dentro del contrato de mantenimiento un programa de seguimiento de la instalación que prevendrá los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos producidos en los citados períodos y en cualquier otro período del año.

6.5.2.2. Programa de mantenimiento

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente sanitaria.

Se van a definir tres escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de las misma:

- Vigilancia.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

6.5.2.2.1. Plan de vigilancia

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación. Tendrá el alcance descrito en la tabla.

Adicionalmente, durante todo el año se vigilará la instalación con el objeto de prevenir los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos.

	Operación	Frecuencia	Descripción (*)
Captadores	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados
	Cristales	3 meses	IV - Condensaciones, sustitución
	Juntas	3 meses	IV - Agrietamiento y deformaciones
	Absorbedor	3 meses	IV - Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3 meses	IV - Fugas
	Estructura	3 meses	IV - Degradación, indicios de corrosión
Circuito primario	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6 meses	IV - Ausencia de humedad y fugas
	Purgador manual	3 meses	Vaciar el aire del botellín
Circuito secundario	Termómetro	Diaria	IV - Temperatura
	Tubería y aislamiento	6 meses	IV - Ausencia de humedad y fugas
	Acumulador solar	3 meses	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito

Tabla 64. Plan de vigilancia.

6.5.2.2.2. Plan de mantenimiento preventivo

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras que, aplicadas a la instalación, deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para aquellas instalaciones con una superficie de captación inferior a 20 m² y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m².

El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico competente, que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas, así como el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

A continuación, se desarrollan, de forma detallada, las operaciones de mantenimiento que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente, la periodicidad mínima establecida (en meses) y observaciones en relación con las prevenciones a observar.

Equipo	Frecuencia	Descripción
Captadores	6 meses	IV - Diferencias sobre el original
		IV - Diferencias entre captadores
Cristales		IV - Condensaciones y suciedad
Juntas		IV - Agrietamiento y deformaciones
Absorbedor		IV - Corrosión y deformaciones
Carcasa		IV - Deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
Conexiones		IV - Aparición de fugas
Estructura		IV - Degradación, indicios de corrosión, apriete de tornillos
Captadores (*)	6 meses	Tapado parcial del campo de captadores
		Destapado parcial del campo de captadores
		Vaciado parcial del campo de captadores
		Llenado parcial del campo de captadores
* IV: inspección visual.		
* Estas se realizarán en caso de optar por las medidas b) y c) del apartado 2.1. de la sección HE4 DB HE Ahorro de energía del CTE.		

Tabla 65. Sistema de captación.

Equipo	Frecuencia	Descripción
Depósito	24 meses	Presencia de lodos en el fondo
Ánodos de sacrificio	12 meses	Comprobación del desgaste
Ánodos de corriente impresa	12 meses	Comprobación del buen funcionamiento
Aislamiento	12 meses	Comprobar que no hay humedad

Tabla 66. Sistema de acumulación.

Equipo	Frecuencia	Descripción (*)
Intercambiador de placas	12 meses	CF - Eficiencia y prestaciones
	12 meses	Limpieza
Intercambiador de serpentín	12 meses	CF - Eficiencia y prestaciones
	12 meses	Limpieza
* CF: control de funcionamiento.		

Tabla 67. Sistema de intercambio.

Equipo	Frecuencia	Descripción (*)
Fluido refrigerante	12 meses	Comprobar su densidad y pH
Estanqueidad	24 meses	Efectuar prueba de presión
Aislamiento exterior	6 meses	IV - Degradación, protección de uniones y ausencia de humedad
Aislamiento interior	12 meses	IV - Uniones y ausencia de humedad
Purgador automático	12 meses	Control de funcionamiento y limpieza
Purgador manual	6 meses	Vaciar el aire del botellín
Bomba	12 meses	Estanqueidad
Vaso de expansión cerrado	6 meses	Comprobación de la presión
Vaso de expansión abierto	6 meses	Comprobación del nivel
Sistema de llenado	6 meses	CF Actuación
Válvula de corte	12 meses	CF Actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento
Válvula de seguridad	12 meses	Actuación
* IV: inspección visual.		
* CF: control de funcionamiento.		

Tabla 68. Circuito hidráulico.

Equipo	Frecuencia	Descripción (*)
Cuadro eléctrico	12 meses	Comprobar que está bien cerrado para que no entre polvo
Control diferencial	12 meses	CF Actuación
Termostato	12 meses	CF Actuación
Verificación del sistema de medida	12 meses	CF Actuación
* CF: control de funcionamiento.		

Tabla 69. Sistema eléctrico y de control.

Equipo	Frecuencia	Descripción (*)
Sistema auxiliar	12 meses	CF Actuación
Sondas de temperatura	12 meses	CF Actuación
* CF: control de funcionamiento.		

Tabla 70. Sistema de energía auxiliar.

Dado que el sistema de energía auxiliar no forma parte del sistema de energía solar propiamente dicho, sólo será necesario realizar actuaciones sobre las conexiones del primero a este último, así como la verificación del funcionamiento combinado de ambos sistemas. Se deja un mantenimiento más exhaustivo para la empresa instaladora del sistema auxiliar.

6.5.2.2.3. Mantenimiento correctivo

Son operaciones realizadas como consecuencia de la detección de cualquier anomalía en el funcionamiento de la instalación, en el plan de vigilancia o en el de mantenimiento preventivo.

Incluye la visita a la instalación, en los mismos plazos máximos indicados en el apartado de 'Garantías', cada vez que el usuario así lo requiera por avería grave de la instalación, así como el análisis y presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarios para el correcto funcionamiento de la misma.

Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias.

6.5.2.3. Garantías

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje.

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Así mismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si, en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación por escrito, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con las mismas. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo o contratar a un tercero para realizar las oportunas reparaciones, sin perjuicio de la ejecución del aval prestado y de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación, lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá el aviso en un plazo máximo de:

- 24 horas, si se interrumpe el suministro de agua caliente, procurando establecer un servicio mínimo hasta el correcto funcionamiento de ambos sistemas (solar y de apoyo).
- 48 horas, si la instalación solar no funciona.
- Una semana, si el fallo no afecta al funcionamiento.



Las averías de la instalación se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.



Capítulo 7: Estudio básico de seguridad y salud

7.1. Objetivos

El objetivo de este capítulo es determinar las medidas de seguridad que se han tomado frente al montaje y uso de la instalación eléctrica, tomando como referencia el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre las disposiciones mínimas de protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

7.2. Artículos del Reglamento

Artículo 1: Objeto, ámbito de aplicación y definiciones

El presente Real Decreto establece, en el marco de la ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, las disposiciones mínimas de seguridad para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico en los lugares de trabajo.

Este Real Decreto se aplica a las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo y a las técnicas y procedimientos para trabajar en ellas, o en sus proximidades.

Las disposiciones del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención, se aplicaran plenamente al conjunto del ámbito contemplado en los apartados anteriores, sin perjuicio de las disposiciones específicas contenidas en el presente Real Decreto.

A efectos de este Real decreto serán de aplicación las definiciones establecidas en el anexo I.

Artículo 2: Obligaciones del empresario

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que de la utilización o presencia de la energía eléctrica en los lugares de trabajo no se deriven riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo. La adopción de estas medidas deberá basarse en la evaluación de los riesgos contemplada en el

artículo 16 de la ley de prevención de riesgos laborales y la sección 1.a del capítulo II del reglamento de los servicios de prevención.

En cualquier caso, a efectos de prevenir el riesgo eléctrico:

- Las características, forma de utilización y mantenimiento de las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo deberán cumplir lo establecido en el artículo 3 de este Real Decreto y, en particular, las disposiciones a que se hace referencia en el apartado 4 del mismo.
- Las técnicas y procedimientos para trabajar en las instalaciones eléctricas, o en sus proximidades, deberán cumplir lo dispuesto en el artículo 4 de este Real Decreto.

Artículo 3: Instalaciones eléctricas

El tipo de instalación eléctrica de un lugar de trabajo y las características de sus componentes deberán adaptarse a las condiciones específicas del propio lugar, de la actividad desarrollada en él y de los equipos eléctricos (receptores) que vayan a utilizarse. Para ello, deberán tener particularmente en cuenta los factores tales como las características conductoras del lugar del trabajo (posible presencia de superficies muy conductoras, agua o humedad), la presencia de atmosferas explosivas, materiales inflamables o ambientes corrosivos y cualquier otro factor que pueda incrementar significativamente el riesgo eléctrico.

En los lugares de trabajo solo podrán utilizarse equipos eléctricos para los que el sistema o modo de protección previstos por su fabricante sea compatible con el tipo de instalación eléctrica existente y los factores mencionados en el apartado anterior.

Las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo se utilizarán y mantendrán en la forma adecuada, y el funcionamiento de los sistemas de protección se controlará periódicamente, de acuerdo a las instrucciones de sus fabricantes e instaladores, si existen, y a la propia experiencia del explotador.

En cualquier caso, las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo, su uso y mantenimiento deberán cumplir lo establecido en la reglamentación electrotécnica, la normativa general de seguridad y salud sobre lugares de trabajo, equipos de trabajo y señalización en el trabajo, así como cualquier otra normativa específica que les sea de aplicación.

Artículo 4: Técnicas y procedimientos de trabajo

Las técnicas y procedimientos empleados para trabajar en instalaciones eléctricas, o en sus proximidades, se establecerán teniendo en consideración:

- La evaluación de los riesgos que el trabajo pueda suponer, habida cuenta de las características de las instalaciones, del propio trabajo y del entorno en el que va a realizarse.
- Los requisitos establecidos en los restantes apartados del presente artículo.

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá efectuarse sin tensión, salvo en los casos que se indican en los apartados siguientes de este artículo. Para dejar la instalación eléctrica sin tensión, antes de realizar el trabajo, y para la reposición de la tensión, al finalizarlo, se seguirán las disposiciones generales establecidas en el anexo II.A y, en su caso, las disposiciones particulares establecidas en el anexo II.B.

Podrán realizarse con la instalación en tensión:

- Las operaciones elementales, tales como, por ejemplo, conectar y desconectar, en instalaciones de baja tensión con material eléctrico concebido para su utilización inmediata y sin riesgos por parte del público en general. En cualquier caso, estas operaciones deberán realizarse por el procedimiento normal previsto por el fabricante y previa verificación del buen estado del material manipulado.
- Los trabajos en instalaciones con tensión de seguridad, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de las mismas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura. En caso contrario, el procedimiento de trabajo establecido deberá asegurar la correcta identificación de la instalación y evitar los cortocircuitos cuando no sea posible proteger al trabajador frente a los mismos.

También, podrá realizarse con la instalación en tensión:

- Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como, por ejemplo, la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de fases.

- Los trabajos en, o en proximidad de instalaciones cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran.

Excepto en los casos indicados en el apartado anterior de este artículo, el procedimiento empleado para la realización de trabajos en tensión, deberá ajustarse a los requisitos generales establecidos en el anexo III.A y, en su caso, las disposiciones particulares establecidas en el anexo IV.B. si durante la realización de estas operaciones tuvieran que ocuparse, o pudieran invadirse accidentalmente, las zonas de peligro de elementos en tensión circundantes, se aplicara lo establecido, según el caso, en los apartados 5 o 7 de este artículo.

Los trabajos que se realicen en proximidad de elementos en tensión se llevaran a cabo según lo dispuesto en el anexo V, o bien se consideraran como trabajos en tensión, y se aplicaran las disposiciones correspondientes a este tipo de trabajos.

Sin perjuicio de lo dispuesto en los anteriores apartados de este artículo, los trabajos que se realicen en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión, así como los procesos en los que se pueda producir una acumulación peligrosa de carga electrostática, se deberán efectuar según lo dispuesto en el anexo VI.

Artículo 5: Formación e información de los trabajadores

De conformidad con los artículos 18 y 19 de la ley de prevención de riesgos laborales, el empresario deberá garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una formación e información adecuadas sobre el riesgo eléctrico, así como las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse en aplicación del presente real decreto.

Artículo 6: Consulta y participación de los trabajadores

La consulta y participación de los trabajadores o sus representantes sobre las cuestiones a que se refiere este real decreto se realizaran de conformidad con lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 18 de la ley de prevención de riesgos laborales.

7.3. Anexos

7.3.1. Definiciones

A los efectos de lo dispuesto en este Real Decreto, se entenderá como:

- **Riesgo eléctrico:** riesgo originado por la energía eléctrica. Quedan específicamente incluidos los riesgos de:
 - ✓ Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).
 - ✓ Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.
 - ✓ Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
 - ✓ Incendios o explosiones originados por la electricidad.
- **Lugar de trabajo:** cualquier lugar al que el trabajador pueda acceder, en razón de su trabajo.
- **Instalación eléctrica:** el conjunto de los materiales y equipos de un lugar de trabajo mediante la que se genera, convierte, transforma, transporta, distribuye o utiliza la energía eléctrica; se incluyen baterías, los condensadores y cualquier otro equipo que almacene energía eléctrica.
- **Procedimiento de trabajo:** secuencia de las operaciones a desarrollar para realizar un determinado trabajo, con inclusión de los medios materiales (De trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación del personal) necesarios para llevarlo a cabo.
- **Alta tensión, baja tensión y tensiones de seguridad:** las definidas como tales en los reglamentos electrotécnicos.
- **Trabajos sin tensión:** trabajos en instalaciones eléctricas que se realizan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión.
- **Zona de peligro o zona de trabajos en tensión:** espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente a dicho riesgo, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla 1.
- **Trabajo en tensión:** trabajo durante el cual un trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o entra en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula. No se consideran como trabajos en tensión

las maniobras y las mediciones, ensayos y verificaciones definidas a continuación.

- **Maniobra:** intervención concebida para cambiar el estado eléctrico de una instalación eléctrica no implicando montaje ni desmontaje de elemento alguno.
- **Mediciones, ensayos y verificaciones:** actividades concebidas para comprobar el cumplimiento de las especificaciones o condiciones técnicas, y de seguridad necesarias para el adecuado funcionamiento de una instalación eléctrica, incluyéndose las dirigidas a comprobar su estado eléctrico, mecánico o térmico, eficacia de protecciones, circuitos de seguridad o maniobra, etc.
- **Zona de proximidad:** espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla siguiente.

U_n	DPEL-1	DPEL-2	DPROX-1	DPROX-2
≤ 1	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

* Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.

U_n : tensión nominal de la instalación (kV).

DPEL-1: distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPEL-2: distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPROX-1: distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que esta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

DPROX-2: distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que esta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

Tabla 71. Distancias según tensión nominal de la instalación.

- **Trabajo en proximidad:** trabajo durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien se con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, dispositivos o materiales que manipula.
- **Trabajador autorizado:** trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en este Real Decreto.
- **Trabajador cualificado:** trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.
- **Jefe de trabajo:** persona designada por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.

7.3.2. Trabajos sin tensión

7.3.2.1. Disposiciones generales

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el “trabajo sin tensión”, y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados.

7.3.2.1.1. Supresión de la tensión

Una vez identificados las zonas y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

- 1) Desconectar, corte visible o efectivo.
- 2) Enclavamiento, bloqueo y señalización.
- 3) Comprobación y verificación de ausencia de tensión.
- 4) Puesta a tierra y en cortocircuito.
- 5) Protección frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas, no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión, y se considerara en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de

seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin tensión se han completado las cuatro etapas anteriores, y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

Desconectar, corte visible o efectivo

Antes de iniciar cualquier trabajo eléctrico sin tensión, se debe desconectar todas las posibles alimentaciones a la línea, maquina o cuadro eléctrico. Se prestará, especial atención, a la alimentación a través de grupos electrógenos y otros generadores, sistemas de alimentación interrumpida, batería de condensadores, etc.

Se considerará que el corte ha sido bueno, cuando se pueda ver por nosotros mismos los contactos abiertos y con espacio suficiente como para asegurar el aislamiento. Esto es lo que se considera como corte visible.

Como en los equipos modernos no es posible ver directamente los contactos, los fabricantes incorporan indicadores de la posición de los mismos. Si la aparamenta está debidamente homologada, se tiene la garantía de que el corte se ha realizado en condiciones de seguridad. Esto es lo que se considera como corte efectivo.

Enclavamiento, bloqueo y señalización

Se debe prevenir cualquier posible reconexión, se utilizará para ello, medios mecánicos como pueden ser candados. Para el enclavamiento de mando, no se debe emplear medios fácilmente anulables, tales como cinta aislante, bridas o similares.

Cuando los dispositivos sean telemandados, se debe anular el telemando eliminando la alimentación eléctrica del circuito de maniobra.

En los dispositivos de mando enclavados se señalará claramente que se están realizando trabajos.

Además, es conveniente advertir a otros compañeros que se ha realizado el corte, y el dispositivo este enclavado.

Comprobación y verificación de la ausencia de tensión

En los trabajos eléctricos, debe existir la premisa, de que, hasta que no se demuestre lo contrario, los elementos que puedan estar en tensión, lo estarán de forma efectiva.

Siempre, se debe comprobar la ausencia de tensión antes de iniciar cualquier trabajo, empleando los procedimientos y equipos de medida apropiados al nivel de tensión más elevado de la instalación.

Haber realizado los pasos anteriores, no garantiza la ausencia de tensión en la instalación.

La verificación de ausencia de tensión debe hacerse en cada una de las fases y en el conductor neutro, en caso de existir. También, se recomienda verificar la ausencia de tensión en todas las masas accesibles susceptibles de quedar eventualmente sin tensión.

Puesta a tierra y en cortocircuito

Este paso es especialmente importante, ya que creara una zona de seguridad virtual alrededor de la zona de trabajo.

En el caso de que la línea o equipo se volviesen a poner en tensión, bien por una realimentación, un accidente en otra línea (fallo de aislamiento) o descarga atmosférica (rayo), se produciría un cortocircuito y se derivaría la corriente de falta a tierra, quedando sin peligro la zona afectada por los trabajos.

Los equipos o dispositivos de puesta a tierra deben soportar la intensidad máxima de defecto trifásico de ese punto de la instalación sin averiarse. Además, las conexiones deber ser mecánicamente resistentes y no soltarse en ningún momento. Hay que tener presente que un cortocircuito genera importantes esfuerzos electrodinámicos.

Las tierras se deben conectar, en primer lugar, a la línea, para después realizar la puesta a tierra. Los dispositivos deber ser visibles desde la zona de trabajo.

Es recomendable, poner cuatro juegos de puentes de cortocircuito y puesta a tierra, uno al comienzo y al final del tramo que se deja sin servicio, y otros dos lo más cerca posible de la zona de trabajo.

Aunque este sistema protege frente al riesgo eléctrico, puede provocar otros riesgos, como caídas y golpes, porque en el momento del cortocircuito se produce un gran estruendo que puede asustar al técnico.

Protección frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

La zona donde se estén realizando trabajos se señalará por medio de vallas, conos o dispositivos análogos. Si procede, también se señalarán las zonas seguras para el personal que no está trabajando en la instalación.

7.3.2.1.2. Reposición de tensión

La reposición de tensión solo comenzará, una vez finalizado el trabajo, después de que se hayan retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables, y que se hayan recogido de la zona de trabajo las herramientas y equipos empleados.

El proceso para reestablecer la tensión seguirá el proceso inverso al empleado para suprimir la tensión:

- 1) Retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.
- 2) Retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito, empezando por retirar las pinzas de los elementos más próximos y al final la pinza de puesta a tierra.
- 3) Desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
- 4) Cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Es preciso extremar las precauciones antes de comenzar dichas etapas. En el transcurso de las citadas operaciones debe prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

- Notificación previa a todos los trabajadores involucrados de que va a comenzar la reposición de la tensión.
- Comprobación de que todos los trabajadores han abandonado la zona, salvo los que deban actuar en la reposición de la tensión.
- Asegurarse de que han sido retiradas la totalidad de las puestas a tierra y en cortocircuito.
- Informar, en su caso, al responsable de la instalación de que se va a realizar la conexión.
- Accionar los aparatos de maniobra correspondientes.

7.3.2.2. Disposiciones particulares

Las disposiciones particulares establecidas a continuación para determinados tipos de trabajo se considerarán complementarias a las

indicadas en el apartado anterior, salvo en los casos en los que las modifiquen explícitamente.

7.3.2.2.1. Reposición de fusibles

En el caso particular de la reposición de fusibles en las instalaciones en el apartado “puesta a tierra y en cortocircuito”:

- No será necesaria la puesta a tierra y en cortocircuito cuando los dispositivos de desconexión a ambos lados del fusible estén a la vista del trabajador, el corte sea visible o el dispositivo proporcione garantías de seguridad equivalentes, y no exista posibilidad de cierre intempestivo.
- Cuando los fusibles estén conectados directamente al primario de un transformador, será suficiente con la puesta a tierra y en cortocircuito del lado de alta tensión, entre los fusibles y el transformador.

7.3.2.2.2. Trabajos en líneas aéreas y conductores de alta tensión

En los trabajos en líneas aéreas desnudas y conductores desnudos de alta tensión se deben colocar las puestas a tierra y en cortocircuito a ambos lados de la zona de trabajo, y en cada uno de los conductores que entran en esta zona; al menos uno de los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito debe ser visible desde la zona de trabajo. Estas reglas tienen las siguientes excepciones:

- Para trabajos específicos en los que no hay corte de conductores durante el trabajo, es admisible la instalación de un solo equipo de puesta a tierra y en cortocircuito en la zona de trabajo.
- Cuando no es posible ver, desde los límites de la zona de trabajo, los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, se debe colocar, además, un equipo de puesta a tierra local, o un dispositivo adicional de señalización, o cualquier otra identificación equivalente.

Cuando el trabajo se realiza en un solo conductor de un alinea aérea de alta tensión, no se requerirá el cortocircuito en la zona de trabajo, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- En los puntos de la desconexión, todos los conductores están puestos a tierra y en cortocircuito de acuerdo con lo indicado anteriormente.
- El conductor sobre el que se realiza el trabajo y todos los elementos conductores exceptuadas las otras fases en el interior de la zona de

trabajo, están unidos eléctricamente entre ellos y puestos a tierra por un equipo o dispositivo apropiado.

- El conductor de puesta a tierra, la zona de trabajo y el trabajador están fuera de la zona de peligro determinada por los restantes conductores de la misma instalación eléctrica.

En los trabajos en líneas aéreas aisladas, cables u otros conductores aislados, de alta tensión, la puesta a tierra y en cortocircuito se colocará en los elementos desnudos de los puntos de apertura de la instalación o tan cerca como sea posible a aquellos puntos, a cada lado de la zona de trabajo.

7.3.2.2.3. Trabajos en instalaciones con condensadores que permitan una acumulación peligrosa de energía

Para dejar sin tensión una instalación con condensadores cuya capacidad y tensión permitan una acumulación peligrosa de energía eléctrica, se seguirá el siguiente proceso:

- Desconectarlos previamente de cualquier fuente de tensión.
- Proceder a su descarga.
- Poner a tierra y en cortocircuito.

Durante las operaciones mencionadas anteriormente, el trabajador debe emplear el equipo de protección individual para la realización de la puesta a tierra y en cortocircuito de la instalación.

7.3.2.2.4. Trabajos en transformadores y en máquinas en alta tensión

Para trabajar sin tensión en un transformador de potencia o de tensión se dejarán sin tensión todos los circuitos del primario y todos los circuitos del secundario. Si las características de los medios de corte lo permiten, se efectuará primero la separación de los circuitos de menor tensión. Para la reposición de la tensión se procederá inversamente.

Para trabajar sin tensión en un transformador de intensidad, o sobre los circuitos que alimenta, se dejara previamente sin tensión el primario. Se prohíbe la apertura de los circuitos conectados al secundario estando el primario en tensión, salvo que sea necesario por alguna causa, en cuyo caso deberán cortocircuitarse los bornes del secundario.

Antes de manipular en el interior de un motor eléctrico o generador deberá comprobarse:

- Que la maquina este completamente parada.
- Que están desconectadas las alimentaciones.
- Que los bornes están en cortocircuito y a tierra.
- Que la protección contra incendios está bloqueada.
- Que la atmosfera no es nociva, toxica o inflamable.

7.3.3. Trabajos en tensión

7.3.3.1. Disposiciones generales

Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando se complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

El método de trabajo empleado y los equipos y materiales empleados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo. Entre los equipos y materiales citado se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, capuchones, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de pruebas, etc.).
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas. Los trabajadores no llevaran objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.

La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.

Las medidas preventivas para la realización de trabajos al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento, los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o vientos fuertes, nevadas o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas. Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas deberán interrumpirse en caso de tormenta.

7.3.3.2. Disposiciones particulares

Las disposiciones particulares establecidas a continuación para determinados tipos de trabajo se considerarán complementarias a las indicadas en el apartado anterior, salvo en los casos en que las modifiquen explícitamente.

Se recomienda, durante los trabajos en tensión, no hablar por teléfono, ni portar móviles que pudieran sorprender al activarse, al trabajador durante la realización de los mismos.

De los equipos de protección individual necesarios durante los trabajos en tensión en baja tensión, destacan, los guantes dieléctricos, que deben cumplir una serie de requisitos, como son:

- Marcas obligatorias: símbolo (doble triángulo), nombre, marca registrada o identificación del fabricante, categoría, si procede, talla, clase, mes y año de fabricación y marca.
- Cada guante deberá llevar algún sistema como una banda rectangular, o una banda sobre la que puedan perforarse agujeros, o bien, otra marca cualquiera apropiada, la cual, permita conocer las fechas de puesta en servicio, verificaciones y controles periódicos.
- Recomendaciones para la utilización de los guantes.

7.3.3.2.1. Reposición de fusibles

Se dan dos tipos de trabajos, que son:

- En instalaciones de baja tensión, no será necesario que la reposición de fusibles la efectúe un trabajador cualificado, pudiendo realizarla un

trabajador autorizado, cuando la maniobra del dispositivo portafusible conlleve la desconexión del fusible y el material de aquel ofrezca una protección completa contra los contactos directos y los efectos de un posible arco eléctrico. Se realizará mediante el uso del útil normalizado adecuado a cada tipo de fusible, quedando prohibido expresamente el uso de alicates para tal cometido, además, se procurará, en la medida de lo posible, realizar “sin carga” o con la menor carga posible, para evitar la producción de arcos eléctricos.

- En instalaciones de alta tensión, no será necesario cumplir lo dispuesto en el apartado anterior, cuando la maniobra del dispositivo portafusible se realice a distancia, mediante pértigas que garanticen un adecuado nivel de aislamiento y se tomen medidas de protección frente a los efectos de un posible cortocircuito o contacto eléctrico directo.

7.3.3.2.2. Procedimiento de ejecución de trabajos en tensión en baja tensión

Habrá un responsable que tome la decisión de realizar el trabajo en tensión. Dicha decisión debe estar basada en las necesidades impuestas por las condiciones de explotación de la instalación o de continuidad del suministro.

El trabajo será realizado por trabajadores cualificados.

Los trabajadores se desprenderán de todos los elementos metálicos y no metálicos no necesarios para la realización de los trabajos, y que podrían entorpecer los mismos.

Se señalizará y/o balizará la zona de trabajo si fuera preciso.

De tal manera, que es conveniente:

- Asegurarse de que la zona de trabajo está suficientemente iluminada, y de que va a permanecer en esas condiciones durante la ejecución de los trabajos, aunque se produzcan fallos en el suministro eléctrico.
- Comprobar el buen estado de las herramientas aislantes.
- Comprobar el buen estado de estanqueidad de los guantes.
- Utilizar el equipo de protección personal y complementario, necesario en función del trabajo a realizar.
- Asegurarse un apoyo sólido y firme que permita tener libres las dos manos:
- ✓ Situándose sobre la alfombra o banqueta aislante (si el trabajo se realiza sobre suelo o plataforma conductora).
- ✓ Colocando y asegurando la posición de la escalera (aislante: de madera o fibra) sujetándola por su extremo superior, o haciéndola sujetar por otro

trabajador en todo momento mientras dure la permanencia del primero sobre la misma, verificando previamente su buen estado.

- ✓ Subir el apoyo, utilizando el cinturón de seguridad, los trepadores, llevando la cuerda de servicio y respetando la distancia de seguridad.
- Abrir el cuadro, caja o simplemente observar el estado de la instalación sobre la que se va a trabajar: posible deterioro de los materiales que la configuran, la sujeción y conexiones de los mismo, así como la posible presencia de elementos ajenos a la instalación que pudieran afectar a la seguridad de los trabajadores. En caso de detectar fallos importantes que pudieran suponer un riesgo grave e inminente, se comunicara al responsable para que se adopten las medidas oportunas, como, por ejemplo, proceder al descargo de la instalación.
- Realizar las acciones necesarias requeridas por el trabajo, siguiendo las secuencias adecuadas y/o estipuladas. Ante la presencia de otros circuitos en tensión, se colocarán pantallas y elementos aislantes que impidan contactos involuntarios durante la realización de los trabajos.
- Si se trata de reponer fusibles, hacerlo utilizando la pinza saca fusibles y el manguito de cuero. Previamente, eliminar las cargas importantes del circuito si las hubiere y fuera posible.
- Antes de dar por finalizados los trabajos comprobar visualmente o verificar con equipos de medida si fuese preciso, que la instalación es operativa y segura para los usuarios de la misma.
- Recoger las herramientas, equipos de trabajo y elementos de protección utilizados. Reponer el aislamiento funcional de las instalaciones (colocación de pantallas, colocación de tapas, cierre de puertas, etc.). Desprenderse de los guantes y guardarlos adecuadamente siguiendo las indicaciones del fabricante, dejándolos listos para la próxima utilización. Retirar la señalización y/o el balizamiento de la zona de trabajo.

7.3.4. Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones

7.3.4.1. Disposiciones generales

Las maniobras locales las mediciones, ensayos y verificaciones solo podrán ser realizadas por trabajadores autorizados.

En instalaciones eléctricas de alta tensión, las maniobras podrán ser realizadas por trabajadores autorizados, no así las mediciones, ensayos y verificaciones, trabajos en los que solamente podrán actuar como auxiliares de los trabajadores cualificados que las realicen.

El método de trabajo empleado y los equipos y materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de

contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales. Entre los equipos y materiales de protección citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.)
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetes, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual (pantallas, guantes, gafas, cascos, etc.).

A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales de trabajo o de protección empleados para la realización de estas operaciones se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y, en particular, la tensión de servicio, y se emplearán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante. En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de estas operaciones se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.

La zona de trabajo deberá señalizarse y/o balizarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.

Las medidas preventivas para la realización de estas operaciones al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento.

7.3.4.2. Disposiciones particulares

Las disposiciones particulares establecidas a continuación para determinados tipos de intervención se considerarán complementarias a las indicadas en la parte anterior de este apartado, salvo en los casos en los que se modifiquen explícitamente.

En las maniobras locales con interruptores o seccionadores para la protección frente al riesgo de arco eléctrico, explosión o proyección de

materiales, no será obligatoria la utilización de equipos de protección cuando el lugar donde se realiza la maniobra está totalmente protegido frente a dichos riesgos por alejamiento o interposición de obstáculos. Aunque, en el método de trabajo debe preverse tanto los defectos razonablemente posibles de los aparatos, como la posibilidad de que se efectúen maniobras erróneas como aperturas de seccionadores en carga o cierre de seccionadores en cortocircuito.

En las mediciones, ensayos y verificaciones, para cada tipo de prueba que suponga un grado relevante de complejidad (medición de corrientes de fuga, ensayos y verificaciones de aislamiento, de funcionamiento de dispositivos automáticos de protección, etc.) se planificara un procedimiento que garantice su realización de manera segura.

En general, este procedimiento deberá incluir, al menos:

- La delimitación y señalización de la zona de trabajo, si fuera necesario, mediante la colocación de vallas o barreras que impidan el acceso a la zona de trabajo o bien utilizando cintas o bandas con colores distintivos.
- Los aspectos relacionados con la puesta a tierra, que se traducen en prácticas seguras para la puesta a tierra de los equipos utilizados en las pruebas:
 - ✓ Aislamiento previo de la instalación en las pruebas.
 - ✓ Conexión a tierra de todas las partes conductoras accesibles al trabajador, incluyendo el chasis de vehículos.
 - ✓ Tratamiento de terminales o bornes puestos a tierra como elementos en tensión mientras no se compruebe lo contrario.
 - ✓ Descarga de condensadores previa a los trabajos.
 - ✓ Eliminar posibles tensiones al concluir los trabajos, etc.
- La forma de emplear los equipos de pruebas:
 - ✓ Terminales o elementos accesibles de los equipos de medida y demás instrumentos empleados aislados.
 - ✓ Evitar tender en la zona de pruebas los cables de los equipos empleados en ellas, salvo que dichos cables dispongan de un apantallamiento o blindaje metálico.
 - ✓ Orden en todos los cables: manteniendo separados los de mando, los de fuerza y los de puesta a tierra.
 - ✓ Si los trabajadores deben permanecer en la zona de pruebas durante la ejecución de estas en tensión, se nombrará un responsable que deba vigilar su desarrollo, y disponer de un medio que le permita la desconexión inmediata de los circuitos de prueba en caso de emergencia.

El responsable de las pruebas debe asegurarse del cumplimiento de la secuencia de operaciones de acuerdo con el procedimiento establecido. Teniendo que comprobar:

- Que el dispositivo de desconexión de la alimentación eléctrica para las pruebas está claramente identificado y es fácilmente accionable en caso de emergencia.
- Que las tomas de tierra están claramente identificadas y en buen estado.
- Que el equipo de protección individual y los de protección auxiliar están en buen estado y se emplean de forma correcta.
- Que los sistemas de señalización y delimitación están correctamente instalados.

Si fuese necesario retirar algún dispositivo de puesta a tierra colocado en las operaciones realizadas para dejar sin tensión la instalación, se tomarán las precauciones necesarias para evitar la realimentación intempestiva de la misma.

Si se emplea una fuente de tensión exterior, se deben tomar precauciones para asegurar que:

- a) La instalación no puede ser realimentada por otra fuente de tensión distinta de la prevista.
- b) Los puntos de corte tienen un aislamiento suficiente para resistir la aplicación simultánea de la tensión de ensayo por un lado y la tensión de servicio por el otro.
- c) Se adecuarán las medidas de prevención tomadas frente al riesgo eléctrico, cortocircuito o arco eléctrico al nivel de tensión empleado.

7.3.5. Trabajos en proximidad

7.3.5.1. Disposiciones generales

En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo lo permita.

7.3.5.1.1. Preparación del trabajo

La viabilidad del mismo será determinada por un trabajador autorizado, teniendo en cuenta lo dispuesto en el párrafo anterior.

De ser el trabajo viable, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:

- a) El número de elementos en tensión.
- b) Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes, cuyas características (mecánicas y eléctricas), y forma de instalación garanticen su eficacia protectora, teniendo en cuenta:
 - La tensión nominal de la instalación.
 - Las operaciones que han de ser realizadas en proximidad.
 - En dichas operaciones se puede delimitar con precisión la zona en la que se van a realizar los trabajos y en cuales no se puede delimitar con precisión.
 - La proximidad máxima prevista en los trabajos con respecto a los elementos en tensión existentes.

Informar a los trabajadores implicados de forma directa o indirecta de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo, y cuantas precauciones y medidas de seguridad deben adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles, además, la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

7.3.5.1.2. Realización del trabajo

Junto con la delimitación de la zona de trabajo y la formación e información de los trabajadores, es necesario que los trabajos en proximidad sean realizados por trabajadores autorizados, o bien por trabajadores que tengan permiso para trabajar en la zona.

El acceso a recintos independientes destinados al servicio eléctrico estará restringido a los trabajadores autorizados, o al personal, bajo la vigilancia continuada de estos, que haya sido previamente informado de los riesgos existentes y de las precauciones a tomar.

Las puertas de estos recintos deberán señalizarse indicando la prohibición de entrada al personal no autorizado debiendo permanecer cerradas de forma que se impida la entrada del personal no autorizado.

La apertura de celdas, armarios y demás envolventes de material eléctrico estará restringida a trabajadores autorizados.

El acceso a los recintos y la apertura de las envolventes por parte de los trabajadores autorizados solo podrá realizarse, en el caso de que el empresario para el que estos trabajan y el titular de la instalación no sean una misma persona, con el conocimiento y permiso de este último.

7.3.5.2. Disposiciones particulares

Para la prevención del riesgo eléctrico en actividades en las que se producen o pueden producirse movimientos o desplazamientos de quipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas (como ocurre a menudo, por ejemplo, en la edificación, las obras públicas o determinados trabajos agrícolas o forestales), se deberá actuar de la siguiente manera:

- Antes del comienzo de la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo, o en sus proximidades.
- Si, en alguna de las fases de la actividad, la presencia de líneas aéreas o de algún otro elemento en tensión protegido pueda ser alcanzado, con posible rotura de su aislamiento, se deberán tomar las medidas preventivas necesarias para evitar tal circunstancia.
- Si, en alguna de las fases de la actividad, la presencia de líneas aéreas o de algún otro elemento en tensión desprotegido, pueda suponer un riesgo eléctrico para los trabajadores y, por razones indicadas en el Real Decreto en el artículo 4.4, dichas líneas o elementos no pudieran desviarse o dejarse sin tensión, se aplicará lo dispuesto en la primera parte de este apartado.

A efectos de la determinación de las zonas de peligro y proximidad, y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, deberán tenerse en cuenta especialmente:

- Los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso o circunstancia.
- Los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento) de equipos y materiales.



Capítulo 8. Presupuesto y mediciones

8.1. Presupuesto

Nº	UD	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1		INSTALACION ELECTRICIDAD			
1.1		CUADROS ELÉCTRICOS			
1.1.1	Ud.	Cuadro general del edificio (CGBT) Cuadro de mando y protección para el subcuadro general del edificio, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 72 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.	1	15.608,12 €	15.608,12 €
1.1.2	Ud.	Subcuadro general planta sótano (CS.P-1) Cuadro de mando y protección para el subcuadro general de la planta sótano, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 72 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.	1	9.714,42 €	9.714,42 €
1.1.3	Ud.	Subcuadro general planta primera (CS.P1) Cuadro de mando y protección para el subcuadro general de la planta primera, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 48 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.	1	10.271,41 €	10.271,41 €

1.1.4	Ud. Subcuadro general planta segunda (CS.P2)	1	10.105,52 €	10.105,52 €
	<p>Cuadro de mando y protección para el subcuadro general de la planta segunda, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 48 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.</p>			
1.1.5	Ud. Subcuadro oficinas (CS.OFI)	1	2.714,83 €	2.714,83 €
	<p>Cuadro de mando y protección para el subcuadro de oficinas, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 24 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.</p>			
1.1.6	Ud. Subcuadro gimnasio (CS.GIM)	1	1.555,19 €	1.555,19 €
	<p>Cuadro de mando y protección para el subcuadro de gimnasio, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 24 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.</p>			
1.1.7	Ud. Subcuadro vehículo eléctrico (CS.VEH.ELE)	1	1.120,96 €	1.120,96 €
	<p>Cuadro de mando y protección para el subcuadro de las instalaciones del vehículo eléctrico, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 5 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.</p>			

1.1.8	Ud. Subcuadro restauración (CS.REST)	1	4.994,26 €	4.994,26 €
	Cuadro de mando y protección para el subcuadro de restauración, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 24 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.			
1.1.9	Ud. Subcuadro cocina (CS.COC)	1	8.444,72 €	8.444,72 €
	Cuadro de mando y protección para el subcuadro de cocina, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 48 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.			
1.1.10	Ud. Subcuadro comedor (CS.COM)	1	3.032,14 €	3.032,14 €
	Cuadro de mando y protección para el subcuadro de comedor, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 24 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.			
1.1.11	Ud. Subcuadro cafetería (CS.CAF)	1	2.556,05 €	2.556,05 €
	Cuadro de mando y protección para el subcuadro de cafetería, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 24 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.			

1.1.12	Ud.	Subcuadro lavandería (CS.LAV.P1)	1	2.033,83 €	2.033,83 €
		<p>Cuadro de mando y protección para el subcuadro de lavandería de la planta primera, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 24 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.</p>			
1.1.13	Ud.	Subcuadro lavandería (CS.LAV.P2)	1	2.033,83 €	2.033,83 €
		<p>Cuadro de mando y protección para el subcuadro de lavandería de la planta segunda, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 24 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.</p>			
1.1.14	Ud.	Subcuadro habitaciones ala derecha planta primera (CS.DCHA.P1)	1	2.581,57 €	2.581,57 €
		<p>Cuadro de mando y protección para el subcuadro de habitaciones ala derecha de la planta primera, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 24 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.</p>			
1.1.15	Ud.	Subcuadro habitaciones ala izquierda planta primera (CS.IZQ.P1)	1	2.624,05 €	2.624,05 €
		<p>Cuadro de mando y protección para el subcuadro de habitaciones ala izquierda de la planta primera, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 24 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.</p>			

1.1.16	Ud.	Subcuadro habitaciones derecha planta segunda (CS.DCHA.P2)	1	2.581,57 €	2.581,57 €
		<p>Cuadro de mando y protección para el subcuadro de habitaciones ala derecha de la planta segunda, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 24 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.</p>			
1.1.17	Ud.	Subcuadro habitaciones ala izquierda planta segunda (CS.IZQ.P2)	1	2.624,05 €	2.624,05 €
		<p>Cuadro de mando y protección para el subcuadro de habitaciones ala izquierda de la planta segunda, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 24 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.</p>			
1.1.18	Ud.	Subcuadro instalaciones incendios (CS.INC)	1	3.586,74 €	3.586,74 €
		<p>Cuadro de mando y protección para el subcuadro de instalaciones de incendios, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 12 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.</p>			
1.1.19	Ud.	Subcuadro ventilación garaje (CS.VEN.GAR)	1	3.804,95 €	3.804,95 €
		<p>Cuadro de mando y protección para el subcuadro de la ventilación garaje, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 24 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.</p>			



1.1.20 Ud.	Subcuadro ascensores (CS.ASC) Cuadro de mando y protección para el subcuadro ascensores, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 24 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.	1	3.861,25 €	3.861,25 €
1.1.21 Ud.	Subcuadro sala de caldera (CS.SAL.CAL) Cuadro de mando y protección para el subcuadro de la sala de caldera, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 24 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.	1	2.285,04 €	2.285,04 €
1.1.22 Ud.	Subcuadro instalaciones solar térmica (CS.SOL.TER) Cuadro de mando y protección para el subcuadro de instalaciones de solar térmica, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 12 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.	1	739,80 €	739,80 €
1.1.23 Ud.	Subcuadro habitaciones (CS.HAB.XX) Cuadro de mando y protección para el subcuadro de las habitaciones, formado por armario o caja, chasis extraíble, perfiles de fijación, juego de bornas, marco de acabado y tapas cubrebornas aislantes. Resistente al fuego según norma CEI 60695-2-1. Capacidad para un total de 8 módulos, para instalaciones de pública concurrencia. Elementos de mando y protección según esquemas unifilares referidos en el anexo de planos del proyecto. Totalmente montado, cableado y testeado, según IEC 61439-1, 2 y 3.	50	1.071,09 €	53.554,50 €
			TOTAL 1.1:	152.428,80 €

1.2 CANALIZACIÓN

1.2.1	m	Tubo flexible de diámetro 16 mm	4899,42	1,08 €	5.291,37 €
		Canalización de tubo curvable de PVC, transversalmente elástico, corrugado, forrado, de color negro de 16 mm de diámetro nominal. Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5 °C hasta 60 °C, con grado de protección IP547 según UNE 20234, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Totalmente montado e instalado.			
1.2.2	m	Tubo flexible de diámetro 20 mm	5086,42	1,11 €	5.645,93 €
		Canalización de tubo curvable de PVC, transversalmente elástico, corrugado, forrado, de color negro de 20 mm de diámetro nominal. Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5 °C hasta 60 °C, con grado de protección IP547 según UNE 20234, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Totalmente montado e instalado.			
1.2.3	m	Tubo flexible de diámetro 25 mm	394,72	1,25 €	493,40 €
		Canalización de tubo curvable de PVC, transversalmente elástico, corrugado, forrado, de color negro de 25 mm de diámetro nominal. Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5 °C hasta 60 °C, con grado de protección IP547 según UNE 20234, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Totalmente montado e instalado.			
1.2.4	m	Tubo flexible de diámetro 32 mm	270,66	1,60 €	433,06 €
		Canalización de tubo curvable de PVC, transversalmente elástico, corrugado, forrado, de color negro de 32 mm de diámetro nominal. Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5 °C hasta 60 °C, con grado de protección IP547 según UNE 20234, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Totalmente montado e instalado.			

1.2.5	m	Tubo flexible de diámetro 50 mm Canalización de tubo curvable de PVC, transversalmente elástico, corrugado, forrado, de color negro de 50 mm de diámetro nominal. Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5 °C hasta 60 °C, con grado de protección IP547 según UNE 20234, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Totalmente montado e instalado.	10,03	1,99 €	19,96 €
1.2.6	m	Tubo curvable de diámetro 180 mm Canalización de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior liso y exterior corrugado), de color naranja, de 180 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE - EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50008-2-4. Incluso cinta de señalización. Totalmente montado e instalado.	20,08	11,45 €	229,92 €
1.2.6	m	Tubo curvable de diámetro 225 mm Canalización de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior liso y exterior corrugado), de color naranja, de 225 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE - EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50008-2-4. Incluso cinta de señalización. Totalmente montado e instalado.	46,17	19,23 €	887,85 €
TOTAL 1.2:					13.001,48 €
1.3		LINEAS			
1.3.1	m	Línea 2x1,5 + TTx1,5 Cu Cable unipolar ES07Z1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b, d1, a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Según UNE 211025.	15779,85	0,75 €	11.834,89 €
1.3.2	m	Línea 2x2,5 + TTx2,5 Cu Cable unipolar ES07Z1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b, d1, a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Según UNE 211025.	11840,55	0,97 €	11.485,33 €

1.3.3	m	Línea 2x4 + TTx4 Cu Cable unipolar ES07Z1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b, d1, a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Según UNE 211025.	8392,83	1,25 €	10.491,04 €
1.3.4	m	Línea 2x6 + TTx6 Cu Cable unipolar ES07Z1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b, d1, a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Según UNE 211025.	546,09	1,87 €	1.021,19 €
1.3.5	m	Línea 2x10 + TTx10 Cu Cable unipolar ES07Z1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b, d1, a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Según UNE 211025.	3,6	3,01 €	10,84 €
1.3.6	m	Línea 2x16 + TTx16 Cu Cable unipolar ES07Z1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b, d1, a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Según UNE 211025.	5,81	4,60 €	26,73 €
1.3.7	m	Línea 4x2,5 + TTx2,5 Cu Cable multipolar RZ1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b, d1, a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Según UNE 21123-4.	404,01	3,53 €	1.426,16 €

1.3.8	m	Línea 4x4 + TTx4 Cu Cable multipolar RZ1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b, d1, a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Según UNE 21123-4.	26,15	4,94 €	129,18 €
1.3.9	m	Línea 4x6 + TTx6 Cu Cable multipolar RZ1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b, d1, a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Según UNE 2123-4.	42,68	7,66 €	326,93 €
1.3.10	m	Línea 4x10 + TTx10 Cu Cable multipolar RZ1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b, d1, a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Según UNE 2123-4.	156,41	11,64 €	1.820,61 €
1.3.11	m	Línea 4x16 + TTx16 Cu Cable multipolar RZ1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b, d1, a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Según UNE 21123-4.	39,84	17,41 €	693,61 €
1.3.12	m	Línea 4x35 + TTx16 Cu Cable multipolar RZ1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b, d1, a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Según UNE 21123-4.	25,97	36,86 €	957,25 €

1.3.13	m	Línea 4x50 + TTx25 Cu Cable multipolar RZ1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b, d1, a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Según UNE 21123-4.	39,38	52,43 €	2.064,69 €
1.3.14	m	Línea 2(3x120/70) Cu para acometida Cable unipolar RZ1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b, d1, a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Según UNE 21123-4.	20,08	181,68 €	3.648,13 €
1.3.15	m	Línea 2(4x120 + TTx70) Cu para derivación ind. Cable unipolar RZ1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b, d1, a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Según UNE 21123-4.	46,17	231,68 €	10.696,67 €
1.3.16	m	Línea 2(4x240 + TTx120) Cu para grupo elec. Cable unipolar RZ1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b, d1, a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Según UNE 21123-4.	12,32	418,72 €	5.158,63 €

TOTAL 1.3: 61.791,88 €

1.4		PUESTA A TIERRA			
1.4.1	Ud.	Red de toma de tierra	1	2.870,30 €	2.870,30 €
		Red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio compuesta por 535 m de cable conductor de cobre desnudo de 35 mm ² para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 80 cm, 78 m de cable conductor de cobre desnudo de 35 mm ² para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares de hormigón a conectar, y 8 picas para red de tomas de tierra formada por pieza de acero cobreado de baño electrolítico de 15 mm de diámetro y 2 metros de longitud, enterrada a una profundidad mínima de 80 cm. Incluso, grapas abarcón, soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexionada y probada según REBT.			
1.4.2	Ud.	Red equipotencial baño	54	39,93 €	2.156,22 €
		Red de equipotencialidad en cuarto húmedo mediante conductor rígido de cobre de 4 mm ² de sección, conectando a tierra todas las canalizaciones metálicas existentes y todos los elementos conductores que resulten accesibles mediante abrazaderas de latón. Incluso cajas de empalmes y regletas. Totalmente montada, conexionada y probada.			
				TOTAL 1.4:	5.026,52 €
1.5		MECANISMOS			
1.5.1	Ud.	Interruptor/conmutador para punto de luz sencillo	110	25,46 €	2.800,60 €
		Punto de luz sencillo con tubo de PVC corrugado y conductor de cobre ES07Z1-K (AS+) para una tensión nominal de 450 / 750 V, incluido caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillo, interruptor/conmutador de la marca "GIRA", gama E2 o similar con tecla, marco respectivo y casquillo, totalmente montado e instalado.			
1.5.2	Ud.	Conmutador de cruce para punto de luz de cruce	153	32,30 €	4.941,90 €
		Punto de luz de cruzamiento con tubo de PVC corrugado y conductor de cobre ES07Z1-K (AS+) para una tensión nominal de 450 / 750 V, incluido caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillo, conmutador de cruce de la marca "GIRA", gama E2 o similar con tecla, marco respectivo y casquillo, totalmente montado e instalado.			

1.5.3	Ud.	Interruptor/conmutador estanco para punto de luz	19	37,38 €	710,22 €
		Punto de luz con tubo de PVC corrugado y conductor de cobre ES07Z1-K (AS+) para una tensión nominal de 450 / 750 V, incluido caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillo, interruptor/conmutador unipolar marca "GIRA" estanco de empotrar IP44 o similar con tecla, marco respectivo y casquillo, totalmente montado e instalado.			
1.5.4	Ud.	Pulsador estanco para punto de luz conmutado	11	28,55 €	314,05 €
		Punto de luz conmutado con tubo de PVC corrugado y conductor de cobre ES07Z1-K (AS+) para una tensión nominal de 450 / 750 V, incluido caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillo, pulsador de la marca "GIRA", gama E2 estanco de empotrar IP44 o similar con tecla, marco respectivo y casquillo, totalmente montado e instalado.			
1.5.5	Ud.	Punto detector de presencia zonas comunes	62	145,04 €	8.992,48 €
		Punto de detector de presencia realizado con tubo de PVC corrugado y conductor ES07Z1-K (AS+) para tensión nominal de 450/750, con detector de presencia de la marca "GIRA" gama Standard System 3000 con mecanismo de conmutación para automatización del sistema de alumbrado o similar, incluido caja de registro y pequeño material. Totalmente montado e instalado.			
1.5.6	Ud.	Interruptor doble para punto de luz sencillo	3	28,76 €	86,28 €
		Punto de luz sencillo con tubo de PVC corrugado y conductor de cobre ES07Z1-K (AS+) para una tensión nominal de 450 / 750 V, incluido caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillo, interruptor doble de la marca "GIRA", gama E2 o similar con tecla, marco respectivo y casquillo, totalmente montado e instalado.			
1.5.7	Ud.	Base toma de corriente sencillo	114	17,04 €	1.942,56 €
		Base toma de corriente con toma de tierra lateral realizado en tubo de PVC corrugado y conductor ES07Z1-K (AS+), incluso caja de registro, base de enchufe (2P + T), tipo Schuko, de tensión asignada 16 A de la marca "GIRA" de la gama E2 o similar con marco respectivo. Totalmente montado e instalado.			

1.5.8	Ud.	Base toma de corriente doble	183	31,78 €	5.815,74 €
		Base toma de corriente doble con toma de tierra lateral realizado en tubo de PVC corrugado y conductor ES07Z1-K (AS+), incluso caja de registro, base de enchufe (2P + T), tipo Schuko, de tensión asignada 16 A de la marca "GIRA" de la gama E2 o similar con marco respectivo. Totalmente montado e instalado.			
1.5.9	Ud.	Base toma de corriente triple	7	46,53 €	325,71 €
		Base toma de corriente triple con toma de tierra lateral realizado en tubo de PVC corrugado y conductor ES07Z1-K (AS+), incluso caja de registro, base de enchufe (2P + T), tipo Schuko, de tensión asignada 16 A de la marca "GIRA" de la gama E2 o similar con marco respectivo. Totalmente montado e instalado.			
1.5.10	Ud.	Base toma de corriente cuádruple	4	61,29 €	245,16 €
		Base toma de corriente cuádruple con toma de tierra lateral realizado en tubo de PVC corrugado y conductor ES07Z1-K (AS+), incluso caja de registro, base de enchufe (2P + T), tipo Schuko, de tensión asignada 16 A de la marca "GIRA" de la gama E2 o similar con marco respectivo. Totalmente montado e instalado.			
1.5.11	Ud.	Base toma de corriente doble estancia	14	54,60 €	764,40 €
		Base toma de corriente doble estancia con toma de tierra lateral realizado en tubo de PVC corrugado y conductor ES07Z1-K (AS+), incluso caja de registro, base de enchufe (2P + T), tipo Schuko, de tensión asignada 16 A de la marca "GIRA" de la gama E2 o similar con marco respectivo. Totalmente montado e instalado.			
1.5.12	Ud.	Punto de luz de emergencia	282	15,47 €	4.362,54 €
		Punto de luz de alumbrado de emergencia realizado con tubo de PVC corrugado y conductor ES07Z1-K (AS+), incluso caja de registro y pequeño material. Totalmente montado e instalado.			
TOTAL 1.5:					31.301,64 €
1.6		LUMINARIAS			
1.6.1	Ud.	SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 4000K WIDE FLOOD	384	43,86 €	16.842,24 €
		Suministro e instalación de Downlight 703,25 4000K Wide Flood con una potencia de 7,5 W, un flujo luminoso de 680 lúmenes, dimensiones 72x72x73 mm, CRI > 80, temperatura del color 4000 K, fijación empotrada. Fuente de luz: LED. Grado de protección IP65. Incluso lámparas, accesorios, sujeciones y material auxiliar. Totalmente montada, conexionada y comprobada.			

1.6.2	Ud.	SIMON 72660333-884 Luminaria 726 60x60 NW DALI	78	110,00 €	8.580,00 €
		Suministro e instalación de Luminaria 726 60x60 NW DALI con una potencia de 39 W, un flujo luminoso de 3200 lúmenes, dimensiones 60x60 mm, CRI > 80, temperatura del color 4000 K, fijación en techo de escayola, superficie, empotrada, perfil oculta o suspendida. Fuente de luz: LED. Grado de protección IP20. Incluso lámparas, accesorios, sujeciones y material auxiliar. Totalmente montada, conexionada y comprobada.			
1.6.3	Ud.	SIMON 73520330-984 Downlight 735.20 Round empotrado 4000K General Dali Blanco	355	60,41 €	21.445,55 €
		Suministro e instalación de Downlight 735.20 Round empotrado General DALI Blanco con una potencia de 24 W, un flujo luminoso de 2400 lúmenes, dimensiones 110x230 mm, CRI > 80, temperatura del color 4000 K, fijación en techo de escayola o empotrada. Fuente de luz: LED. Grado de protección IP44. Incluso lámparas, accesorios, sujeciones y material auxiliar. Totalmente montada, conexionada y comprobada.			
1.6.4	Ud.	SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General Dali Blanco	224	62,41 €	13.979,84 €
		Suministro e instalación de Downlight 735.21 Square empotrado General DALI Blanco con una potencia de 24 W, un flujo luminoso de 2200 lúmenes, dimensiones 230x230x110 mm, CRI > 80, temperatura del color 3000 K, fijación en techo de escayola o empotrada. Fuente de luz: LED. Grado de protección IP44. Incluso lámparas, accesorios, sujeciones y material auxiliar. Totalmente montada, conexionada y comprobada.			
1.6.5	Ud.	SIMON 78032333-884 Luminaria estancia 780 1500 IP65 4000K DALI.	145	56,75 €	8.228,75 €
		Suministro e instalación de Luminaria estancia 780 1500 DALI con una potencia de 50 W, un flujo luminoso de 5700 lúmenes, dimensiones 1500x57x57 mm, CRI > 80, temperatura del color 4000 K, fijación en superficie, pared o suspendido. Fuente de luz: LED. Grado de protección IP65. Incluso lámparas, accesorios, sujeciones y material auxiliar. Totalmente montada, conexionada y comprobada.			

1.6.6	Ud.	SIMON 72060340-686 Luminaria 720 Modular 60x60 Low Glare BIO DALI DT6 Suministro e instalación de Luminaria 720 Modular 60x60 Low Glare BIO DALI DT6 con una potencia de 30 W, un flujo luminoso de 3900 lúmenes, dimensiones 595x595x60 mm, CRI > 85, temperatura del color 3000 K, fijación en techo de escayola, superficie, perfil oculto o semiculto. Fuente de luz: LED. Grado de protección IP44. Incluso lámparas, accesorios, sujeciones y material auxiliar. Totalmente montada, conexionada y comprobada.	77	104,07 €	8.013,39 €	
1.6.7	Ud.	SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 3000K WIDE FLOOD DALI Suministro e instalación de Downlight 703.25 3000K Wide Flood con una potencia de 7,5 W, un flujo luminoso de 680 lúmenes, dimensiones 72x72x73 mm, CRI > 80, temperatura del color 3000 K, fijación empotrada. Fuente de luz: LED. Grado de protección IP65. Incluso lámparas, accesorios, sujeciones y material auxiliar. Totalmente montada, conexionada y comprobada.	20	40,86 €	817,20 €	
1.6.8	Ud.	SIMON 72061340-683 Luminaria 720 Advance M4 120x30 3000K Low Glare DALI Suministro e instalación de luminaria 720 Advance M4 Low Glare DALI con una potencia de 28 W, un flujo luminoso de 3200 lúmenes, dimensiones 1195x295x60 mm, CRI > 80, temperatura del color 3000 K, fijación empotrada. Fuente de luz: LED. Grado de protección IP44. Incluso lámparas, accesorios, sujeciones y material auxiliar. Totalmente montada, conexionada y comprobada.	48	90,41 €	4.339,68 €	
					TOTAL 1.6:	82.246,65 €
1.7	LUMINARIAS DE EMERGENCIA					
1.7.1	Ud.	Luminaria de emergencia estanca de 8W y flujo luminoso 240 lúmenes Luminaria de emergencia estanca, con tubo lineal fluorescente, 8 W - G5, flujo luminoso 240 lúmenes, carcasa de 405x134x134 mm, clase I, IP65, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Instalación en superficie en garaje. Incluso accesorios y elementos de fijación.	152	138,78 €	21.094,56 €	

1.7.2 Ud. Luminaria de emergencia estanca de 6W y flujo luminoso 210 lúmenes 30 68,33 € 2.049,90 €

Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 210 lúmenes, carcasa de 245x110x58 mm, clase II, IP42, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Instalación empotrada en techo en zonas comunes. Incluso accesorios y elementos de fijación.

TOTAL 1.7: 23.144,46 €

1.8 SUMINISTRO DE RESERVA

1.8.1 Ud. Grupo electrógeno de 400 KVA 1 32.408,42 € 32.408,42 €

Grupo electrógeno de funcionamiento automático, gama emergencia, con motor diésel, modelo TAD 1344 GE Volvo y alternador Mecc Alte trifásico de 230/400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia a 1500 r.p.m., con cuadro eléctrico con conmutación (V2), modelo AV-440 "INMESOL", de 400 KVA de potencia de funcionamiento principal (PRP) y 440 KVA de potencia de funcionamiento de tiempo limitado (LTP), de 3000x1200x2141 mm, formado por un conjunto de motor y alternador sobre bastidor de acero de alta resistencia, revestido con una capa de fosfato de zinc y acabado con pintura de poliéster, depósito de combustible de 450 litros de capacidad, motor refrigerado por agua con ventilador mecánico, resistencia para precalentamiento del combustible, silenciador, alternador de carga de batería con toma de tierra, batería de arranque con protección de bornes, conector para pica de toma tierra, protecciones de seguridad en partes calientes, móviles y con electricidad, cuadro eléctrico de protección, distribución, control y conmutación para arranque automático, compuesto por una central digital modelo DSE 7320 MKII, llave de contacto, pulsador de parada de emergencia, instrumento de medida, cargador de batería, protecciones magnetotérmicos, fusibles y contactores con enclavamiento mecánico y eléctrico, y cable eléctrico de conexión de 6 metros de longitud. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexionado y puesto en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.

TOTAL 1.8: 32.408,42 €

1.9		PUNTO DE RECARGA DEL VEHICULO ELECTRICO			
1.9.1	Ud.	Preinstalación de estación de recarga de vehículos eléctricos	6	189,25 €	1.135,50 €
		Preinstalación de estación de recarga de vehículos eléctricos, para alimentación monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia, de 22 kW de potencia. Instalación compuesta por canalización, cableado y protecciones en el cuadro secundario.			
1.9.2	Ud.	Estación de recarga de vehículo eléctrico	1	3.268,47 €	3.268,47 €
		Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 210 lúmenes, carcasa de 245x110x58 mm, clase II, IP42, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Instalación empotrada en techo en zonas comunes. Incluso accesorios y elementos de fijación.			
TOTAL 1.9:					4.403,97 €
1.10		LEGALIZACION Y PUESTA EN MARCHA			
1.10.1	Ud.	EICI	1	450,00 €	450,00 €
		Tramitación de la documentación de la instalación de electricidad, incluido tasas de todos los documentos necesarios para legalizar y registrar, ante Industria e EICI.			
1.10.2	Ud.	Proyecto	1	3.125,00 €	3.125,00 €
		Proyecto de electricidad firmado y visado por técnico correspondiente y los anexos necesarios para que en él se describan las instalaciones reales ejecutadas, y la dirección de obra, incluidos tasas, de todos los documentos necesarios para legalizar y registrar, ante el colegio profesional y el ayuntamiento.			
1.10.3	Ud.	Boletines	1	250,00 €	250,00 €
		Boletines de la instalación de electricidad, incluido tasas, de todos los documentos necesarios para legalizar y registrar, ante industria e EICI.			
1.10.4	Ud.	Puesta en marcha y documentación	1	365,00 €	365,00 €
		Presentación en físico y CAD de los planos reales de la instalación ejecutada, certificados CE de los materiales, fichas técnicas de todos los elementos y productos empleados en la instalación, garantías de los equipos, libros de mantenimiento, puesta en marcha de los equipos.			
TOTAL 1.10:					4.190,00 €
TOTAL ELECTRICIDAD:					409.943,82 €

2	CENTRO DE TRANSFORMACION					
2.1	OBRA CIVIL					
2.1.1	Ud.	Edificio de seccionamiento cms.21	1	5.000,00 €	5.000,00 €	
		Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo cms.21, de dimensiones generales aproximadas 2305 mm de largo por 1370 mm de fondo por 2496 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según IEC 62271-202, transporte, montaje y accesorios.				
2.1.2	Ud.	Edificio de transformación pfu.4/20	1	8.400,00 €	8.400,00 €	
		Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo pfu.4/20, de dimensiones generales aproximadas 4460 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.				
					TOTAL 2.1:	13.400,00 €
2.2	EQUIPO DE MEDIA TENSION					
2.2.1	Ud.	E/S1, E/S2, Scia cgmcosmos-3L	1	10.875,00 €	10.875,00 €	
		Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, extensible y preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: · Un = 24 kV · In = 400 A · Icc = 16 kA / 40 kA · Dimensiones: 735 mm / 1095 mm / 1300 mm · Mecanismo de Maniobra 1: motorizado tipo BM · Mecanismo de Maniobra 2: motorizado tipo BM · Mecanismo de Maniobra (Secc. Cía.): motorizado tipo BM Totalmente montado y conexionado.				
2.2.2	Ud.	Remonte cliente cgmcosmos-rc	1	1.350,00 €	1.350,00 €	
		Módulo metálico para protección del remonte de cables al embarrado general, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: · Un = 24 kV · Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm Totalmente montado y conexionado.				
2.2.3	Ud.	Protección general cgmcosmos-v	1	10.425,00 €	10.425,00 €	
		Módulo metálico de corte en vacío y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: · Un = 24 kV · In = 400 A · Icc = 16 kA / 40 kA · Dimensiones: 480 mm / 850 mm / 1740 mm · Mando (automático): manual RAV. · Relé de protección ekor.rpg-2001B. Totalmente montado y conexionado.				

2.2.4	Ud. Medida cgmcosmos-m	1	6.150,00 €	6.150,00 €
	<p>Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexionados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Un = 24 kV · Dimensiones: 800 mm / 1025 mm / 1740 mm <p>Se incluyen en la celda tres (3) transformadores de tensión y tres (3) transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida, con las características detalladas en la Memoria. Totalmente montado y conexionado.</p>			
2.2.5	Ud. Puentes MT - Transformador mediante cables MT 12/20 kV	1	850,00 €	850,00 €
	<p>Cables MT 12/20 kV del tipo RHZ1-10L, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224. En el otro extremo son del tipo cono difusor y modelo OTK 224.</p>			
2.2.6	Ud. Interconexión enchufable apantallada	1	850,00 €	850,00 €
	<p>Interconexión enchufable apantallada no accesible de la función de protección MT y de la función transformador mediante conjuntos de unión unipolares de aislamiento 36 kV ORMALINK de Ormazabal</p>			
			TOTAL 2.2:	30.500,00 €
2.3	EQUIPO DE POTENCIA			
2.3.1	Ud. Transformador aceite 24 kV	1	18.026,06 €	18.026,06 €
	<p>Transformador trifásico reductor de tensión marca ORMAZABAL, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 15 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +/- 5%, +/- 2,5%. Se incluye también protección con RELE DGPT2.</p>			
			TOTAL 2.3:	18.026,06 €
2.4	EQUIPOS DE BAJA TENSION			
2.4.1	Ud. Cuadros BT - B2 Transformador: Interruptor en carga + fusibles	1	2.700,00 €	2.700,00 €
	<p>Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Interruptor manual de corte en carga de 630 A. · Salidas formadas por bases portafusibles: 1 Salida · Tensión nominal: 440 V · Aislamiento: 10 kV · Dimensiones: · Alto: 1820 mm · Ancho: 580mm · Fondo: 300 mm 			



2.4.2	Ud.	Puentes BT - B2 Transformador: Puentes BT - B2 Transformador	1	1.150,00 €	1.150,00 €
		Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase+3xneutro de 3,0 m de longitud.			
2.4.3	Ud.	Equipo de medida	1	2.750,00 €	2.750,00 €
		Contador tarifador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación			
				TOTAL 2.4:	6.600,00 €

2.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

2.5.1	Ud.	Tierras exteriores protección seccionamiento: Anillo rectangular.	1	1.285,00 €	1.285,00 €
		<p>Tierras exteriores protección seccionamiento en anillo rectangular.</p> <p>Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.</p> <p>El conductor de cobre esta unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Geometría: anillo rectangular. · Profundidad: 0,5 m. · Numero de picas: cuatro. · Longitud de picas: 2 metros. · Dimensiones del rectángulo: 2,5x2,5 m. 			
2.5.2	Ud.	Tierras exteriores protección transformación: Anillo rectangular.	1	1.285,00 €	1.285,00 €
		<p>Tierras exteriores protección seccionamiento en anillo rectangular.</p> <p>Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.</p> <p>El conductor de cobre esta unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Geometría: anillo rectangular. · Profundidad: 0,5 m. · Numero de picas: cuatro. · Longitud de picas: 2 metros. · Dimensiones del rectángulo: 5x2,5 m. 			

2.5.3	Ud.	Instalación de tierras interiores	1	2.570,00 €	2.570,00 €
		Compuestas por:			
		· Tierras interiores protección seccionamiento. Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, con el conductor de cobre desnudo de 50 mm ² , grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparata de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía.			
		· Tierras interiores protección transformación. Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparata de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.			
		· Tierras interiores servicio transformación. Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.			
				TOTAL 2.5:	5.140,00 €
2.6		VARIOS			
2.6.1	Ud.	Equipo de protección y control ekor.uct	1	8.500,00 €	8.500,00 €
		Equipo de Protección y Control: ekor.uct - Unidad Compacta de Telemando ekor.uct, que incluye ekor.ccp, y el cajón de control descritos en la memoria que incluyen el programa de control, el conexionado y las pruebas de funcionamiento.			
2.6.2	Ud.	Protección física transformador	1	283,00 €	283,00 €
		Protección metálica para defensa del transformador, incluye una cerradura enclavada con la celda de protección del transformador correspondiente.			
2.6.3	Ud.	Equipo de iluminación	1	600,00 €	600,00 €
		Equipo de iluminación compuesto de:			
		· Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.			
		· Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.			
2.6.4	Ud.	Equipo de seguridad y maniobra de seccionamiento	1	200,00 €	200,00 €
		Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:			
		· Banquillo aislante.			
		· Par de guantes aislantes.			
		· Una palanca de accionamiento.			

2.6.5	Ud.	Equipo de seguridad y maniobra de transformación	1	475,00 €	475,00 €
-------	-----	---	---	----------	----------

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

- Banquillo aislante.
- Par de guantes aislantes.
- Extintor de eficacia 89B.
- Una palanca de accionamiento.

TOTAL 2.6:	10.058,00 €
-------------------	--------------------

TOTAL CENTRO DE TRANSFORMACION:	78.584,06 €
--	--------------------

3 INSTALACION FONTANERIA

3.1 INSTALACIONES

3.1.1	Ud.	Electrobomba centrífuga 0,11 kW	1	377,89 €	377,89 €
-------	-----	--	---	----------	----------

Electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,11 kW, impulsor de tecnopolímero, eje motor de acero cromado, bocas roscadas macho de 1", aislamiento clase H, para alimentación monofásica a 230 V. Incluso puente de manómetros formado por manómetro, válvulas de esfera y tubería de cobre; elementos de montaje; caja de conexiones eléctricas con condensador y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.

3.1.2	Ud.	Acometida para abastecimiento de agua	1	381,80 €	381,80 €
-------	-----	--	---	----------	----------

Acometida enterrada para abastecimiento de agua potable de 2,2 m de longitud, que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general del edificio, continua en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no registrables, formada por tubo de polietileno PE 100, de 50 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 3 mm de espesor, colocada sobre lecho de arena de 15 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; collarín de toma en carga colocado sobre la red general de distribución que sirve de enlace entre la acometida y la red; llave de corte de esfera de de diámetro con mando de cuadrado colocada mediante unión, situada junto a la edificación, fuera de los límites de la propiedad, alojada en arqueta prefabricada de polipropileno de 40x40x40 cm, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/X0 de 15 cm de espesor. Incluso hormigón en masa HM-20/P/20/X0 para la

		posterior reposición del firme existente, accesorios y piezas especiales.			
3.1.3	Ud.	Alimentación de agua potable	1	47,39 €	47,39 €
		Alimentación de agua potable, de 3,31 m de longitud, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 50 mm de diámetro exterior y 4,6 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.			
3.1.4	Ud.	Arqueta de paso prefabrica	1	39,70 €	39,70 €
		Arqueta de paso prefabricada, de polipropileno, de sección rectangular de 51x37 cm en la base y 30 cm de altura, con tapa de 38x25 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/X0 de 15 cm de espesor. Incluso conexiones de conducciones y remates.			
3.1.5	Ud.	Preinstalación de contador general de agua	1	186,48 €	186,48 €
		Preinstalación de contador general de agua 2" DN 50 mm, colocado en hornacina, conectado al ramal de acometida y al tubo de alimentación, formada por llave de corte general de compuerta de latón fundido; grifo de comprobación; filtro retenedor de residuos; válvula de retención de latón y llave de salida de compuerta de latón fundido. Incluso marco y tapa de fundición dúctil para registro y material auxiliar.			
3.1.6	Ud.	Grupo de presión de agua	1	4.435,47 €	4.435,47 €
		Grupo de presión de agua, de accionamiento regulable mediante tecnología Inverter, modelo HIDRO-INVERTER AP-HI-B/20-3 "EBARA", formado por: tres bombas centrífugas multicelulares, con una potencia de 1,5x3 kW, cuerpos de aspiración e impulsión y contrabridas de hierro fundido, eje y camisa externa de acero inoxidable, impulsores de policarbonato con fibra de vidrio, cierre mecánico, motor asíncrono de 2 polos, eficiencia IE3, aislamiento clase F, protección IP44, para alimentación trifásica a 400 V, equipo de regulación y control con variador de frecuencia (presión constante), unidad de control Hydro-Inverter con pantalla LCD (manómetro digital), pulsador para el control manual de las bombas, sistemas de protección, función de rearme automático, indicadores luminosos de tensión, funcionamiento y fallo de las bombas y teclado de acceso a menú de programación, bancada metálica, válvulas de corte, antirretorno y de aislamiento, manómetro, presostato, depósito de membrana, de chapa de acero de 20 l, con reloj programador (mando para electroválvula). Incluso tubos entre los distintos elementos y accesorios. Totalmente montado, conexionado y puesto en marcha por la empresa instaladora para la			

		comprobación de su correcto funcionamiento. Sin incluir la instalación eléctrica.			
3.1.7	m	Tubo de polietileno reticulado (PE-Xa) de 16 mm Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, de 16 mm de diámetro exterior, PN=6 atm y 1,8 mm de espesor, suministrado en rollos. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	1438,09	3,32 €	4.774,46 €
3.1.8	m	Tubo de polietileno reticulado (PE-Xa) de 20 mm Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, de 20 mm de diámetro exterior, PN=6 atm y 1,9 mm de espesor, suministrado en rollos. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	934,8	4,11 €	3.842,03 €
3.1.9	m	Tubo de polietileno reticulado (PE-Xa) de 25 mm Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, de 25 mm de diámetro exterior, PN=6 atm y 2,3 mm de espesor, suministrado en rollos. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	335,17	6,29 €	2.108,22 €
3.1.10	m	Tubo de polietileno reticulado (PE-Xa) de 32 mm Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, de 32 mm de diámetro exterior, PN=6 atm y 2,9 mm de espesor, suministrado en rollos. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	191,35	11,31 €	2.164,17 €
3.1.11	m	Tubo de polietileno reticulado (PE-Xa) de 40 mm Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, de 40 mm de diámetro exterior, PN=6 atm y 3,7 mm de espesor, suministrado en rollos. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	129,63	16,36 €	2.120,75 €

3.1.12	m	Tubo de polietileno reticulado (PE-Xa) de 50 mm Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, de 50 mm de diámetro exterior, PN=6 atm y 4,6 mm de espesor, suministrado en rollos. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	60,29	24,00 €	1.446,96 €
3.1.13	m	Tubo de polietileno reticulado (PE-Xa) de 63 mm Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, de 63 mm de diámetro exterior, PN=6 atm y 5,8 mm de espesor, suministrado en rollos. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	8,88	37,44 €	332,47 €
3.1.14	Ud.	Válvula de esfera 3/4". Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3/4"	124	12,78 €	1.584,72 €
3.1.15	Ud.	Válvula de esfera 1". Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	10	18,34 €	183,40 €
3.1.16	Ud.	Válvula de esfera 1 1/4". Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1 1/4".	2	26,13 €	52,26 €
3.1.17	Ud.	Válvula de esfera 2". Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 2".	1	54,03 €	54,03 €
3.1.18	Ud.	Válvula limitadora de presión de 1/2" Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 25 bar y presión de salida regulable entre 1 y 6 bar. Incluso manómetro, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.	2	49,91 €	99,82 €
3.1.19	Ud.	Válvula limitadora de presión de 3/4" Válvula limitadora de presión de latón, de 3/4" DN 20 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 25 bar y presión de salida regulable entre 1 y 6 bar. Incluso manómetro, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.	1	68,74 €	68,74 €

TOTAL 3.1: 24.300,75 €

3.2		AISLAMIENTOS		E		
3.2.1		IMPERMEABILIZACIONES				
3.2.1	m	Aislamiento térmico de 16 mm de diámetro interior y 9,5 mm de espesor. Aislamiento térmico del tramo que conecta la tubería general con la unidad terminal, de menos de 5 m de longitud en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +40 °C a +60 °C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 16,0 mm de diámetro interior y 9,5 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.	383,95	5,91 €	2.269,14 €	
3.2.2	m	Aislamiento térmico de 23 mm de diámetro interior y 10 mm de espesor. Aislamiento térmico del tramo que conecta la tubería general con la unidad terminal, de menos de 5 m de longitud en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +40 °C a +60 °C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 23,0 mm de diámetro interior y 10,0 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.	8,42	7,12 €	59,95 €	
3.2.3	m	Aislamiento térmico de 29 mm de diámetro interior y 10 mm de espesor. Aislamiento térmico del tramo que conecta la tubería general con la unidad terminal, de menos de 5 m de longitud en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +40 °C a +60 °C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 29,0 mm de diámetro interior y 10,0 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.	18,87	8,52 €	160,77 €	
3.2.4	m	Aislamiento térmico de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor. Aislamiento térmico de tubería en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60 °C a +100 °C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.	225,23	21,64 €	4.873,98 €	

3.2.5	m	Aislamiento térmico de 23 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor. Aislamiento térmico de tubería en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60 °C a +100 °C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 23 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.	673,86	23,60 €	15.903,10 €
3.2.6	m	Aislamiento térmico de 26 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor. Aislamiento térmico de tubería en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60 °C a +100 °C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 26 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones	98,03	25,06 €	2.456,63 €
3.2.7	m	Aislamiento térmico de 36 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor. Aislamiento térmico de tubería en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60 °C a +100 °C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 36 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.	126	29,81 €	3.756,06 €
3.2.8	m	Aislamiento térmico de 43,5 mm de diámetro interior y 30 mm de espesor. Aislamiento térmico de tubería en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60 °C a +100 °C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 43,5 mm de diámetro interior y 30 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.	69,12	41,25 €	2.851,20 €
3.2.9	m	Aislamiento térmico de 55 mm de diámetro interior y 30 mm de espesor. Aislamiento térmico de tubería en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60 °C a +100 °C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 55 mm de diámetro interior y 30 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.	36,72	47,66 €	1.750,08 €

3.2.10	m	Aislamiento térmico de 65 mm de diámetro interior y 30 mm de espesor. Aislamiento térmico de tubería en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 65 mm de diámetro interior y 30 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.	8,88	53,08 €	471,35 €
3.2.10	m	Aislamiento térmico de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor. Aislamiento térmico del tramo que conecta la tubería general con la unidad terminal, de longitud igual o superior a 5 m en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.	5,49	21,64 €	118,80 €
TOTAL 3.2:					34.671,06 €
3.3		SANITARIOS			
3.3.1	Ud.	Plato de ducha rectangular extraplano, de porcelana, modelo malta "ROCA" Plato de ducha rectangular extraplano, de porcelana sanitaria, modelo Malta "ROCA", color Blanco, de 1200x800x65 mm, con fondo antideslizante, equipado con grifería monomando mural para ducha, con cartucho cerámico, acabado cromado, modelo Thesis. Incluso silicona para sellado de juntas.	50	548,89 €	27.444,50 €
3.3.2	Ud.	Plato de ducha rectangular extraplano, de porcelana, modelo malta "ROCA" Plato de ducha rectangular extraplano, de porcelana sanitaria, modelo Malta "ROCA", color Blanco, de 900x700x80 mm, con fondo antideslizante, equipado con grifería monomando mural para ducha, con cartucho cerámico, acabado cromado, modelo Thesis. Incluso silicona para sellado de juntas.	8	464,84 €	3.718,72 €
3.3.3	Ud.	Inodoro de tanque bajo, de porcelana, modelo victoria "ROCA" Taza de inodoro de tanque bajo, de porcelana sanitaria, modelo Victoria "ROCA", color Blanco, de 370x665x780 mm, con cisterna de inodoro, de doble descarga, de 385x180x430 mm, asiento y tapa de inodoro, de caída amortiguada. Incluso llave de regulación, enlace de alimentación flexible y silicona para sellado de juntas.	64	257,05 €	16.451,20 €

3.3.4	Ud.	Lavabo de porcelana, sobre encimera, modelo Art 60 "ROCA"	9	688,06 €	6.192,54 €
		Lavabo de porcelana sanitaria, sobre encimera, modelo Art 60 "ROCA", color Blanco, de 600x380 mm, equipado con grifería monomando de caño alto de repisa para lavabo, con cartucho cerámico y limitador de caudal a 6 l/min, acabado cromado, modelo Thesis, y desagüe, acabado cromado. Incluso juego de fijación y silicona para sellado de juntas.			
3.3.5	Ud.	Lavabo mural, de porcelana, modelo victoria "ROCA"	50	325,24 €	16.262,00 €
		Lavabo mural, de porcelana sanitaria, modelo Victoria "ROCA", color Blanco, de 650x510 mm, con juego de fijación, con pedestal de lavabo, equipado con grifería monomando de repisa para lavabo, con cartucho cerámico y limitador de caudal a 6 l/min, acabado cromado, modelo Thesis, y desagüe, color blanco. Incluso juego de fijación y silicona para sellado de juntas.			

TOTAL 3.3: 70.068,96 €

TOTAL FONTANERIA: 129.040,77 €

4 INSTALACION SOLAR TERMICA

4.1	Ud.	Batería de 4 captadores solares térmicos	7	3.206,73 €	22.447,11 €
		Captador solar térmico formado por batería de 4 módulos, compuesto cada uno de ellos de un captador solar térmico plano, con panel de montaje vertical de 1135x2115x112 mm, superficie útil 2,1 m ² , rendimiento óptico 0,75 y coeficiente de pérdidas primario 3,993 W/m ² K, según UNE-EN 12975-2, compuesto de: panel de vidrio templado de bajo contenido en hierro (solar granulado), de 3,2 mm de espesor y alta transmitancia (92%), estructura trasera en bandeja de polietileno reciclable resistente a la intemperie (resina ABS), bastidor de fibra de vidrio reforzada con polímeros, absorbedor de cobre con revestimiento selectivo de cromo negro de alto rendimiento, parrilla de 8 tubos de cobre soldados en omega sin metal de aportación, aislamiento de lana mineral de 60 mm de espesor y uniones mediante manguitos flexibles con abrazaderas de ajuste rápido, colocados sobre estructura soporte para cubierta plana. Incluso accesorios de montaje y fijación, conjunto de conexiones hidráulicas entre captadores solares térmicos, líquido de relleno para captador solar térmico, válvula de seguridad, purgador, válvulas de corte y demás accesorios. Totalmente montado, conexionado y probado.			

4.2	Ud.	Punto de llenado Punto de llenado de red de distribución de agua, para sistema de climatización, formado por 2 m de tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 13/15 mm de diámetro, colocado superficialmente, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica, válvulas de corte, filtro retenedor de residuos, contador de agua y válvula de retención. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	1	119,78 €	119,78 €
4.3	m	Tubería polietileno reticulado (PE-Xa) de 32 mm Tubería de distribución de A.C.S. formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, de 32 mm de diámetro exterior, PN=6 atm y 2,9 mm de espesor, suministrado en rollos, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	12,17	36,41 €	443,11 €
4.4	m	Tubería polietileno reticulado (PE-Xa) de 50 mm Tubería de distribución de A.C.S. formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, de 50 mm de diámetro exterior, PN=6 atm y 4,6 mm de espesor, suministrado en rollos, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	22,77	63,38 €	1.443,16 €
4.5	m	Tubería de distribución mezcla de agua y anticongelante de 20/22 mm Tubería de distribución de mezcla de agua y anticongelante para circuito primario de sistemas solares térmicos formada por tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 20/22 mm de diámetro, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	78,65	27,79 €	2.185,68 €

4.6	m	Tubería de distribución mezcla de agua y anticongelante de 26/28 mm Tubería de distribución de mezcla de agua y anticongelante para circuito primario de sistemas solares térmicos formada por tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 26/28 mm de diámetro, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	3,53	32,45 €	114,55 €
4.7	m	Tubería de distribución mezcla de agua y anticongelante de 33/35 mm Tubería de distribución de mezcla de agua y anticongelante para circuito primario de sistemas solares térmicos formada por tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 33/35 mm de diámetro, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	13,09	37,96 €	496,90 €
4.8	m	Tubería de distribución mezcla de agua y anticongelante de 40/42 mm Tubería de distribución de mezcla de agua y anticongelante para circuito primario de sistemas solares térmicos formada por tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 40/42 mm de diámetro, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	81,62	42,17 €	3.441,92 €
4.9	Ud.	Punto de vaciado de acero negro de 1" Punto de vaciado de red de distribución de agua, para sistema de climatización, formado por 2 m de tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M, de 1" DN 25 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente y válvula de corte. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	1	59,74 €	59,74 €

4.10	Ud.	Punto de vaciado de cobre rígido de 26/28 mm Punto de vaciado de red de distribución de agua, para sistema de climatización, formado por 2 m de tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 26/28 mm de diámetro, colocado superficialmente y válvula de corte. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	3	51,93 €	155,79 €
4.11	Ud.	Electrobomba centrífuga de 0,071 kW Electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW, impulsor de tecnopolímero, eje motor de acero cromado, bocas roscadas macho de 1", aislamiento clase H, para alimentación monofásica a 230 V. Incluso puente de manómetros formado por manómetro, válvulas de esfera y tubería de cobre; elementos de montaje; caja de conexiones eléctricas con condensador y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.	2	365,66 €	731,32 €
4.12	Ud.	Vaso de expansión de 35 litros Vaso de expansión, capacidad 35 l, de 465 mm de altura y 360 mm de diámetro, con rosca de 3/4" de diámetro y 10 bar de presión. Incluso manómetro y elementos de montaje y conexión necesarios para su correcto funcionamiento.	1	147,67 €	147,67 €
4.13	Ud.	Vaso de expansión de 8 litros Vaso de expansión para A.C.S. de acero vitrificado, capacidad 8 l, presión máxima 10 bar. Incluso manómetro y elementos de montaje y conexión necesarios para su correcto funcionamiento.	1	71,73 €	71,73 €
4.14	Ud.	Acumulador de acero vitrificado de 6000 l. Acumulador de acero vitrificado, de suelo, 6000 l, 1950 mm de diámetro y 3000 mm de altura, forro acolchado con cubierta posterior, aislamiento de poliuretano inyectado libre de CFC y protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio. Incluso válvulas de corte, elementos de montaje y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.	1	8.880,00 €	8.880,00 €
4.15	Ud.	Intercambiador de placas de acero inoxidable AISI 316 de 35 kW Intercambiador de placas de acero inoxidable AISI 316, potencia 35 kW, presión máxima de trabajo 6 bar y temperatura máxima de 100°C. Incluso válvulas de corte, manómetros, termómetros, elementos de montaje y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.	1	324,14 €	324,14 €

4.16	Ud.	Purgador automático de aire de 1/2" Purgador automático de aire con boya y rosca de 1/2" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 6 bar y una temperatura máxima de 110°C. Incluso elementos de montaje y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.	3	10,96 €	32,88 €
4.17	Ud.	Contador de energía de 3/4" Contador de energía, diámetro nominal 3/4", para caudal nominal 2,5 m ³ /h, formado por un contador volumétrico por ultrasonidos, un módulo electrónico para lectura de datos, extraíble, para medición de temperaturas del contador de energía entre 5°C y 150°C, con módulo para lectura a distancia del contador mediante bus de comunicación M-bus, dos sondas de temperatura Pt 1000, una para la ida y otra para el retorno y dos entradas de impulsos para contadores de A.C.S., con T portasonda de temperatura, de 3/4" de diámetro.	1	412,30 €	412,30 €
4.18	Ud.	Centralita de control Centralita de control de tipo diferencial para sistema de captación solar térmica, con protección contra sobrettemperatura del captador solar, indicación de temperaturas y fallo técnico, y pantalla LCD retroiluminada, con sondas de temperatura. Totalmente montado, conexionado y probado.	1	634,09 €	634,09 €

TOTAL 4: 42.141,87 €

TOTAL SOLAR TERMICA: 42.141,87 €

5 PROTECCION CONTRA INCENDIOS

5.1	Ud.	Grupo de presión de agua contra incendios de 5,5 kW Grupo de presión de agua contra incendios, modelo AQUAFIRE AFU 12 3M 32-200/5,5-EJ "EBARA", formado por: una bomba principal centrífuga monobloc 3M 32-200/5,5, camisa exterior, impulsor, base porta cierre y eje de acero inoxidable AISI 304, accionada por motor asíncrono de 2 polos de 5,5 kW, aislamiento clase F, protección IP55, eficiencia IE3, para alimentación trifásica a 400/690 V, una bomba auxiliar jockey CVM A/15, con camisa externa de acero inoxidable AISI 304, eje de acero inoxidable AISI 416, cuerpos de aspiración e impulsión y contrabridas de hierro fundido, difusores de policarbonato con fibra de vidrio, accionada por motor eléctrico de 1,1 kW, depósito hidroneumático de 20 l, bancada metálica, válvulas de corte, antirretorno y de aislamiento, manómetros, presostatos, cuadro eléctrico de fuerza y control para la operación totalmente	1	4.488,45 €	4.488,45 €
-----	-----	---	---	------------	------------

5.2	Ud. Grupo de presión de agua contra incendios de 15 kW	1	8.301,59 €	8.301,59 €
-----	---	---	------------	------------

automática del grupo, soporte metálico para cuadro eléctrico, colector de impulsión, con caudalímetro para grupo contra incendios de tipo rotámetro de lectura directa, modelo S-2007 DN 50 "EBARA", precisión del 10%, cuerpo acrílico y flotador de acero inoxidable. Incluso soportes, piezas especiales y accesorios.

Grupo de presión de agua contra incendios, modelo AF GS 65-200/15 EJ "EBARA", formado por: una bomba principal centrífuga GS 65-200, de un escalón y de una entrada, cuerpo de impulsión de fundición GG25 en espiral con patas de apoyo y soporte cojinete con pata de apoyo, aspiración axial y boca de impulsión radial hacia arriba, rodete radial de fundición GG25, cerrado, compensación hidráulica mediante orificios de descarga en el rodete, soporte con rodamientos de bolas lubricados de por vida, estanqueidad del eje mediante cierre mecánico según DIN 24960, eje y camisa externa de acero inoxidable AISI 420, acoplamiento con espaciador, accionada por motor asíncrono de 2 polos de 15 kW, aislamiento clase F, protección IP55, eficiencia IE3, para alimentación trifásica a 400/690 V, una bomba auxiliar jockey CVM A/10, con camisa externa de acero inoxidable AISI 304, eje de acero inoxidable AISI 416, cuerpos de aspiración e impulsión y contrabridas de hierro fundido, difusores de policarbonato con fibra de vidrio, cierre mecánico, accionada por motor eléctrico de 0,75 kW, depósito hidroneumático de 20 l, bancada metálica, válvulas de corte, antirretorno y de aislamiento, manómetros, presostatos, cuadro eléctrico de fuerza y control para la operación totalmente automática del grupo, soporte metálico para cuadro eléctrico, colector de impulsión, con caudalímetro para grupo contra incendios de tipo rotámetro de lectura directa, modelo F DN 65 "EBARA", precisión del 4%, cuerpo de acero al carbono, flotador y varilla guía de acero inoxidable AISI 316. Incluso soportes, piezas especiales y accesorios.

5.3	m	Tubería de acero negro de 1" Red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero negro con soldadura longitudinal, de 1" DN 25 mm de diámetro, unión roscada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, mano de imprimación antioxidante de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una.	171,48	18,98 €	3.254,69 €
5.4	m	Tubería de acero negro de 1 1/4" Red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero negro con soldadura longitudinal, de 1 1/4" DN 32 mm de diámetro, unión roscada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, mano de imprimación antioxidante de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una.	130,06	22,61 €	2.940,66 €
5.5	m	Tubería de acero negro de 1 1/2" Red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero negro con soldadura longitudinal, de 1 1/2" DN 40 mm de diámetro, unión roscada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, mano de imprimación antioxidante de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una.	103,29	25,76 €	2.660,75 €
5.6	m	Tubería de acero negro de 2" Red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero negro con soldadura longitudinal, de 2" DN 50 mm de diámetro, unión roscada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, mano de imprimación antioxidante de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una.	204,76	32,09 €	6.570,75 €

5.7	m	Tubería de acero negro de 2 1/2" Red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero negro con soldadura longitudinal, de 2 1/2" DN 65 mm de diámetro, unión roscada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, mano de imprimación antioxidante de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una.	194,42	38,50 €	7.485,17 €
5.8	m	Tubería de acero negro de 3" Red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero negro con soldadura longitudinal, de 3" DN 80 mm de diámetro, unión roscada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, mano de imprimación antioxidante de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una.	361,79	46,38 €	16.779,82 €
5.9	m	Tubería de acero negro de 4" Red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero negro con soldadura longitudinal, de 4" DN 100 mm de diámetro, unión roscada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, mano de imprimación antioxidante de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una.	151,93	62,53 €	9.500,18 €
5.10	Ud.	Boca de incendio equipada (BIE) Boca de incendio equipada (BIE), de 25 mm (1") y de 680x480x215 mm, compuesta de: armario construido en acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000 y puerta semiciega con ventana de metacrilato de acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000; devanadera metálica giratoria fija, pintada en rojo epoxi, con alimentación axial; manguera semirrígida de 20 m de longitud; lanza de tres efectos (cierre, pulverización y chorro compacto) construida en plástico ABS y válvula de cierre tipo esfera de 25 mm (1"), de latón, con manómetro 0-16 bar. Instalación en superficie. Incluso, accesorios y elementos de fijación.	23	424,85 €	9.771,55 €

5.11	Ud.	Hidrante exterior bajo nivel de tierra Hidrante bajo nivel de tierra, de 4" DN 100 mm de diámetro, con dos salidas de 1 1/2" DN 45 mm, racores, tapones y arqueta. Incluso elementos de fijación.	3	655,62 €	1.966,86 €
5.12	Ud.	Sistema de detección y alarma de incendio Sistema de detección y alarma de incendios, convencional, formado por central de detección automática de incendios con una capacidad máxima de 2 zonas de detección, 143 detectores ópticos de humos, 27 pulsadores de alarma con señalización luminosa tipo rearmable y tapa de plástico basculante, 6 sirenas interiores con señal acústica y canalización de protección de cableado fija en superficie formada por tubo de PVC rígido, blindado, roscable, de color negro, con IP547. Incluso cable no propagador de la llama libre de halógenos, elementos de fijación y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación.	1	27.033,37 €	27.033,37 €
5.13	Ud.	Placa de señalización de equipos contra incendios de 210x210 mm Placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 210x210 mm. Incluso elementos de fijación.	74	11,05 €	817,70 €
5.14	Ud.	Placa de señalización de equipos contra incendios de 297x297 mm Placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 297x297 mm. Incluso elementos de fijación.	11	16,95 €	186,45 €
5.15	Ud.	Placa de señalización de equipos contra incendios de 420x420 mm Placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 420x420 mm. Incluso elementos de fijación.	3	22,84 €	68,52 €
5.16	Ud.	Placa de señalización de equipos contra incendios de 594x594 mm Placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 594x594 mm. Incluso elementos de fijación.	27	44,74 €	1.207,98 €
5.17	Ud.	Placa de señalización de equipos contra incendios de 224x224 mm Placa de señalización de medios de evacuación, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 224x224 mm. Incluso elementos de fijación.	86	14,34 €	1.233,24 €

5.18	Ud.	Placa de señalización de equipos contra incendios de 447x447 mm Placa de señalización de medios de evacuación, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 447x447 mm. Incluso elementos de fijación.	23	36,93 €	849,39 €
5.19	Ud.	Placa de señalización de equipos contra incendios de 670x670 mm Placa de señalización de medios de evacuación, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 670x670 mm. Incluso elementos de fijación.	1	76,21 €	76,21 €
5.20	Ud.	Puesto de control de rociadores Puesto de control de rociadores, de 4" DN 100 mm de diámetro, unión ranura y ranura, formado por válvula de retención y alarma de hierro fundido, trim de acero galvanizado y cámara de retardo de fundición, para sistema de tubería mojada. Instalación en posición vertical. Incluso alarma hidráulica con motor de agua y gong, accesorios y piezas especiales para conexión a la red de distribución de agua.	1	2.939,81 €	2.939,81 €
5.21	Ud.	Detector de flujo tipo paleta Detector de flujo tipo paleta con retardo de hasta 90 segundos y dos contactos NA/NC, de 4" DN 100 mm de diámetro, para una presión máxima de trabajo de 31 bar. Incluso tubo protector y cables eléctricos.	1	203,94 €	203,94 €
5.22	Ud.	Rociador automático montante Rociador automático montante, respuesta normal con ampolla fusible de vidrio frágil de 5 mm de diámetro y disolución alcohólica de color rojo, rotura a 68 °C, de 1/2" DN 15 mm de diámetro de rosca, coeficiente de descarga K de 80 (métrico), presión de trabajo 12 bar, acabado cromado. Incluso accesorios y piezas especiales para conexión a la red de distribución de agua.	219	20,65 €	4.522,35 €
5.23	Ud.	Extintor portátil de polvo Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.	65	45,60 €	2.964,00 €

TOTAL 5: 115.823,43 €**TOTAL PROTECCION CONTRA INCENDIOS: 115.823,43 €**

8.2. Resumen del presupuesto

Nº	Descripción de los capítulos	Importe desglosado	Importe total instalación
1.1	Cuadros eléctricos	152.428,80 €	
1.2	Canalización	13.001,48 €	
1.3	Líneas	61.791,88 €	
1.4	Puesta a tierra	5.026,52 €	
1.5	Mecanismos	31.301,64 €	
1.6	Luminarias	82.246,65 €	
1.7	Luminarias emergencia	23.144,46 €	
1.8	Suministro de reserva	32.408,42 €	
1.9	Punto de recarga de vehículo eléctrico	4.403,97 €	
1.10	Legalización y puesta en marcha	4.190,00 €	
1	<u>TOTAL ELECTRICIDAD</u>		409.943,82 €
2.1	Obra civil	13.400,00 €	
2.2	Equipo de media tensión	30.500,00 €	
2.3	Equipo de potencia	18.026,06 €	
2.4	Equipo de baja tensión	6.600,00 €	
2.5	Sistema de puesta a tierra	5.140,00 €	
2.6	Varios	10.058,00 €	
2	<u>TOTAL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</u>		78.584,06 €
3.1	Instalaciones	24.300,75 €	
3.2	Aislamientos e impermeabilizaciones	34.671,06 €	
3.3	Sanitarios	70.068,96 €	
3	<u>TOTAL FONTANERIA</u>		129.040,77 €
4	<u>TOTAL INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA</u>		42.141,87 €
5	<u>TOTAL PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS</u>		115.823,43 €
	<u>PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL</u>		775.533,94 €
	13% Gastos generales		100.819,41 €
	6% Beneficio industrial		46.532,04 €
	Presupuesto bruto		922.885,39 €
	IVA (21%)		193.805,93 €
	<u>PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA</u>		1.116.691,33 €

El presupuesto relativo a la instalación de baja tensión, incluyendo las diferentes instalaciones adicionales proyectadas para la instalación eléctrica de una residencia de estudiantes asciende a la cantidad de UN MILLÓN CIENTO DIECISÉIS MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y UN EUROS, Y TREINTA Y TRES CÉNTIMOS.

Capítulo 9: Conclusiones

El Trabajo de Fin de Grado me ha resultado satisfactorio, debido a que, me ha acercado a un próximo futuro laboral en el mundo de la ingeniería, de alguna forma, me ha servido para comprobar unas de las capacidades que tienen o deben de tener los ingenieros industriales, la cual es, saber dar solución a cada uno de los problemas que te pueden surgir durante la realización de los proyectos, aunque no sean de tu precisa especialidad, y para poder dar solución a dichos problemas, es importante saber interpretar cualquier manual o reglamento, cosa que he de decir que he aprendido durante la realización del presente Trabajo de Fin de Grado.

Como conclusiones después de la finalización del Trabajo de Fin de Grado, se han podido sacar:

- He realizado un estudio de las necesidades que se podrían tener en la ciudad de Segovia para la realización de dicho Trabajo de Fin de Grado, de tal manera, que he conseguido encontrar una necesidad y plantearla como idea para la realización de dicho Trabajo de Fin de Grado.
- He realizado un estudio de las distintas posibilidades de emplazamiento del edificio, teniendo en cuenta la cercanía a ciertos lugares de interés para los residentes, de tal manera, que he conseguido que no tengan que disponer de vehículo de manera obligada, debido a que todo se encuentra relativamente cerca.
- He realizado un diseño del edificio, teniendo en cuenta las necesidades según el tipo de uso del edificio, de tal manera, que he logrado diseñar un edificio que tiene todos los servicios e instalaciones necesarias en una residencia universitaria deportiva de alto rendimiento.
- He realizado el diseño del edificio en 3D para ver como sería en la vida real, además de los diferentes planos de planta del edificio, con lo que he logrado un perfeccionamiento en el uso del programa informático AutoCAD [90] para la realización de los planos, y he aprendido el manejo de un programa que no manejaba como es el caso de Revit [89], el cual, me ha parecido muy útil, debido que a partir del diseño en 3D del edificio, se pueden obtener los diferentes planos de planta, vistas del edificio, etc., lo cual, me parece de gran ayuda en la oficina técnica.
- He realizado el diseño de la instalación eléctrica del edificio de una forma correcta lo más real posible, realizando los diferentes pasos que son necesarios para el dimensionado, cálculo y justificaciones tanto de tipo de instalación, como elementos y material, de tal manera, que se ha conseguido realizar un edificio que cumple con las normativas y reglamentos actualmente vigentes, que es una de las cosas que se quería

conseguir con este Trabajo de Fin de Grado, de tal manera, que me he familiarizado con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) [1], una herramienta que estará presente en mi día a día, además otra de las cosas que he conseguido con este objetivo es el aprendizaje y perfeccionamiento del uso de programas informáticos como son dmELECT [93], en concreto CIEBT para el cálculo y dimensionado de las instalaciones eléctricas del edificio, dicho programa se usa de forma habitual en el mundo de la oficina técnica, de tal manera, que gracias a este Trabajo de Fin de Grado se podría considerar que he dado un pequeño paso para ese mundo laboral que me espera en el futuro próximo.

- He realizado el dimensionado de un centro de transformación, lo cual, me ha parecido interesante e importante a la hora de realizar un proyecto de este tipo, es un elemento casi fundamental conocer cómo se dimensiona y sus diferentes reglamentaciones y normativas, para que se dimensione de forma correcta.
- He realizado la iluminación interior de manera que se tenga un edificio eficiente energéticamente, para lo cual, he tenido que familiarizarme con la normativa respectiva, en este caso, tanto con el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico H3 (CTE DB H3 Condiciones de las instalaciones de iluminación) [6] y con la normativa UNE-EN 12464-1 [22], de tal manera, que este objetivo me ha parecido interesante porque es un tema que se está teniendo cada vez más en cuenta, y que cualquier ingeniero debe tener en cuenta en su día a día. Además, para el dimensionado y cálculo de la iluminación, ha sido de gran utilidad el programa DIALUX [94], el cual, ya conocía y me ha servido para un perfeccionamiento en el manejo de dicho programa informático.
- He realizado la instalación de un sistema de captación de energía solar térmica, un sistema que es muy empleado en edificios para de obtener energía de manera renovable, de tal manera, que el diseño de dicho sistema me ha resultado interesante, debido a que, el dimensionado de este tipo de sistema no se estudia en la universidad pero cuando estas dimensionándolo te das cuenta de que los cálculos de los diámetros de las tuberías, bombas y algún elemento más, se hace alguna forma parecido en fluidomecánica como el uso de la fórmula de Reynolds entre otras, que viene bien para entender como lo dimensiona el programa informático, en la realización de este sistema me ha servido para familiarizarme con el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HE4 (CTE DB HE4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria) [6], también este objetivo me ha servido para aprender el manejo del programa informático CYPECAD MEP [91], el cual, me ha resultado muy útil para el diseño de este sistema y lo cual me ha parecido bastante interesante.

- He realizado el sistema de protección contra incendios, desde los diferentes elementos que lo componen, rutas de evacuación según personas y distancias de evacuación, composición de los muros y puertas según el tipo de local que fuera, compartimentación del edificio, etc., lo cual, me ha parecido interesante, debido a que cuando te planteas realizar el sistema de protección contra incendios piensas que es una cosa sencilla pero en realidad tiene muchos factores a tener en cuenta, de tal manera, que me ha parecido un objetivo interesante para mi futuro laboral y en el cual he aprendido mucho sobre este tema, sobre todo a interpretar bien el Código Técnico de la Edificación en sus Documentos Básico SI (CTE DB SI Seguridad ante incendios al completo) [5]. Además, he aprendido a manejar el programa CYPECAD MEP [91] para este tipo de instalaciones, que creo que es fundamental tanto el uso del programa como la aplicación de la normativa, porque sin el conocimiento de la normativa no se hubiera conseguido el objetivo de dimensionar el sistema de protección contra incendios, debido a que el programa informático es de gran ayuda, pero no trabaja solo.
- He realizado el pliego de condiciones técnicas, el cual, es un documento que siempre se tendrá que realizar en este tipo de proyectos, por lo que gracias, a este objetivo me he conseguido familiarizar con él, y me ha parecido un documento interesante debido a que sirve para a la hora de ejecutar el presupuesto tener claro la forma de realizarlo, las obligaciones de cada parte, etc., al final te ayuda a comprender como después de la realización del proyecto hay que actuar durante su ejecución, y se ve en el que un buen ingeniero no solo es estar en el ordenador redactando el proyecto y olvidarse de la ejecución, sino que un buen ingeniero es el que esta tanto en la redacción como en el seguimiento para que todo vaya de forma correcta durante dicha ejecución.
- He realizado un estudio básico de seguridad, en el cual, me ha servido para comprender que la redacción, dirección es importante, pero lo más importante es la seguridad y las reglas para que todo se ejecute perfectamente y sin accidentes, porque no todo es producir a destaje, sino que se haga de una forma correcta y segura.
- He realizado un documento de mediciones y presupuesto, en el cual, me ha servido para familiarizarme con las diferentes marcas que hay en el mercado y conocer más a fondo los elementos que compondrán el edificio, además me ha servido para aprender a realizar un estudio de mercado en el cual, se estudia todas las diferentes ofertas para encontrar la mejor en calidad precio, en el futuro será una cosa que se tendrá que tener en cuenta para conseguir un buen rendimiento a la hora de finalizar el proyecto. También, me ha servido para familiarizarme con el manejo de las diferentes tarifas comerciales, una cosa que creo que es muy importante, porque para la realización de un buen proyecto hay que



conocer bien el producto que se vende, y toda esta información te la dan las tarifas comerciales, tanto especificaciones técnicas como los precios del mercado.

Concluir que me hubiera gustado realizar el dimensionado de todas las instalaciones de las que se compone un edificio como el de presente Trabajo de Fin de Grado, pero con las instalaciones dimensionadas me siento satisfecho de ver como resultado final de mis estudios un Trabajo de Fin de Grado como el que he realizado, y durante este camino he aprendido muchas cosas beneficiosas para enfrentarme al próximo objetivo, el mundo laboral de la ingeniería industrial.

Bibliografía

NORMATIVA Y REGLAMENTOS

- [1]. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión REBT y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC). Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto y su actualización 2022.
- [2]. Guía Técnica de Aplicación del REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Real Decreto 842/2002.
- [3]. Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero de 2008 y su actualización 2014.
- [4]. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio y su actualización 2021.
- [5]. Código Técnico de la Edificación (CTE) del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, y sus documentos básicos: Documento Básico SI “Seguridad en caso de incendio” con modificación por Real Decreto 732/2019 y con comentarios del Ministerio de Fomento (versión 20 diciembre 2019).
- [6]. Documento Básico HE “Ahorro de energía” con modificación por Real Decreto 450/2022 y con comentarios del MITMA (versión 14 junio 2022)
- [7]. Documento Básico HS “Salubridad” con modificaciones por Real Decreto 450/2022 y con comentarios del MITMA (versión 14 junio 2022)
- [8]. UNE 20460 - 4 - 45. Instalaciones eléctricas en edificios. Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las bajadas de tensión.
- [9]. UNE - EN 60228:2005. Conductores de cables aislados.
- [10]. UNE 60598. Luminarias.
- [11]. UNE 20460-4-45:1990. Instalaciones eléctricas en edificios. Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las bajadas de tensión.
- [12]. UNE HD 60364-5-52. Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- [13]. UNE 20-434-90. Sistema de designación de cables.
- [14]. UNE 20-435-90. Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensión de 1 a 30 kV.
- [15]. UNE 20-460-90. Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protecciones contra las sobreintensidades.
- [16]. UNE 20-460-90. Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- [17]. EN-IEC 60 947-2:1996. Aparata de baja tensión. Interruptores automáticos.

- [18]. EN-IEC 60 947-2:1996. Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- [19]. EN-IEC 60 947-3:1999. Aparata de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- [20]. EN-IEC 60 269-1. Fusibles de baja tensión.
- [21]. EN 60 898. Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecargas.
- [22]. UNE – EN 12464 – 1. Iluminación de los lugares de trabajo, Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.
- [23]. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, el anexo IV Iluminación de los lugares de trabajo.
- [24]. UNE 21123-4. Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina.
- [25]. UNE 21.1002. Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V. Cables unipolares sin cubierta con aislamiento termoplástico.
- [26]. UNE-EN 50.200. Método de ensayo de la resistencia al fuego de los cables de pequeñas dimensiones sin protección, para uso en circuitos de emergencia.
- [27]. UNE-EN 50.086. Sistemas de tubos para la conducción de cables.
- [28]. UNE 20.451. Reglas particulares para las cajas de empotrar para montaje de interruptores empotrados para instalaciones eléctricas fijas y domésticas.
- [29]. UNE-EN 60493. Grados de protección proporcionados por las envolventes.
- [30]. UNE 20.324. Grados de protección.
- [31]. UNE-EN 50.102. Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos.
- [32]. UNE 21.021. Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.
- [33]. Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- [34]. Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- [35]. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
- [36]. Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINISTERIO de 18 de septiembre de 2002.



- [37]. Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- [38]. Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.
- [39]. Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- [40]. Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- [41]. Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía.
- [42]. Decreto de 12 marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.
- [43]. Real Decreto 2949/1982 de 15 de octubre de Acometidas Eléctricas.
- [44]. NTE-IEP. Norma tecnológica de 24-03-1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra. Normas particulares de la compañía suministradora.
- [45]. UNE-EN 62271-202. Centros de Transformación prefabricados.
- [46]. NBE-X. Normas básicas de la edificación.
- [47]. UNE-EN 62271-1. Estipulaciones comunes para las normas de aparataje de Alta Tensión.
- [48]. UNE-EN 61000-4-X. Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- [49]. UNE-EN 62271-200. Aparataje bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV
- [50]. UNE-EN 62271-102. Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- [51]. UNE-EN 62271-103. Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
- [52]. UNE-EN 62271-105. Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.
- [53]. UNE-EN 62271-100. Interruptores automáticos de corriente alterna para tensiones superiores a 1 kV.
- [54]. UNE-EN 60255-X-X. Relés eléctricos.
- [55]. UNE-EN 60801-2. Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y de control de los procesos industriales. Parte 2: Requisitos relativos a las descargas electrostáticas.
- [56]. UNE 21428-1-1. Transformadores de Potencia.



- [57]. Reglamento (UE) N° 548/2014 de la Comisión de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes (Ecodiseño)
- [58]. RD 891/1980, de 14 de abril, sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de julio de 1980.
- [59]. UNE-EN 12976-1. Sistemas solares térmicos y sus componentes. Sistemas prefabricados. Parte 1: Requisitos generales.
- [60]. UNE 23035-1. Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente.
- [61]. UNE 23034:1988. Seguridad ante incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.
- [62]. UNE 23033-1. Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad.
- [63]. UNE-EN 12976-2. Sistemas solares térmicos y sus componentes. Sistemas prefabricados. Parte 2: Métodos de ensayo.
- [64]. UNE 149201:2017. Abastecimiento de agua. Dimensionado de las instalaciones de agua para consumo humano dentro de los edificios.
- [65]. UNE 100156:1989. Climatizadores. Dilatadores. Criterios de diseño.
- [66]. UNE EN 12108:2002. Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano.
- [67]. UNE EN 12201-2:2012. Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos.
- [68]. UNE EN ISO 15874-2:2013. Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polipropileno (PP). Parte 2: Tubos.
- [69]. UNE 19047:1996. Tubos de acero galvanizado.
- [70]. UNE-EN 1057:1996. Tubos de cobre.
- [71]. UNE-EN 19049-1:1997. Tubos de acero inoxidable.
- [72]. UNE-EN 545:1995. Tubos de fundición dúctil.
- [73]. UNE-EN-ISO 1452:2010. Tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC).
- [74]. UNE-EN-ISO 15877:2004. Tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC - C).
- [75]. UNE-EN 12201:2003. Tubos de polietileno (PE).
- [76]. UNE-EN-ISO 15875:2004. Tubos de polietileno reticulado (PE-X).
- [77]. UNE-EN-ISO 15876:2004. Tubos de polibutileno (PB).
- [78]. UNE-EN-ISO 15874:2004. Tubos de polipropileno (PP).
- [79]. UNE-EN-ISO 21003. Tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-X) / polietileno reticulado (PE-RT).



PAGINAS WEB

- [80]. Iluminación y mecanismos. Empresa: Simón. Consultado: 19/05/2022. <https://www.simonelectric.com>
- [81]. Maquinaria hostelería. Empresa: Hosdecora. Consultado: 5/03/2022. <https://www.hosdecora.com>
- [82]. Dispositivos de mando y protección. Empresa: Schneider Electric. Consultado: 6/6/2022. <https://www.se.com>
- [83]. Elementos gimnasio Empresa: gymcompany. Consultado: 07/02/2022.
- [84]. <https://www.gymcompany.es>
- [85]. Sistema de captación solar térmica. Empresa: Vaillant. Consultado: 05/05/2022. <https://www.vaillant.es>
- [86]. Depósito de inercia. Empresa: Lapesa. Consultado: 06/05/2022. <https://www.lapesa.es>
- [87]. Punto de recarga del vehículo eléctrico. Empresa: wallbox. Consultado: 4/06/2022. <https://wallbox.com>
- [88]. Catastro. Empresa: Ministerio de hacienda y función pública. Consultado: 20/12/2021. <https://Sedecatastro.gob.es>

PROGRAMAS INFORMATICOS EMPLEADOS

- [89]. Diseño del edificio en 3D. Programa: Revit. Versión: 2019
- [90]. Planos del edificio. Programa: AutoCAD. Versión: 2016
- [91]. Dimensionado instalaciones de salubridad, protección contra incendios y sistema de captación de solar térmica. Programa: CYPECAD MEP. Versión: 2022
- [92]. Diseño y dimensionado del centro de transformación. Programa: amikit. Versión: 5.0
- [93]. Dimensionado y cálculos de los circuitos y cuadros eléctricos del edificio. Programa: dmELECT CIEBT. Versión: 2019
- [94]. Iluminación interior. Programa: Dialux. Versión: 4.13





Anexos

Los anexos del Trabajo de Fin de Grado son los siguientes:

- Anexo 1: Cálculos justificativos eléctricos.
- Anexo 2: Cálculos justificativos del centro de transformación.
- Anexo 3: Cálculos y justificación del sistema de captación solar térmica para ACS.
- Anexo 4: Diseño y cálculo de la instalación de suministro de agua.
- Anexo 5: Calculo hidráulico de las instalaciones de protección contra incendios.
- Anexo 6: Iluminación interior.
- Anexo 7: Planos.



Anexo 1: Cálculos justificativos eléctricos

1.1. Objetivo

El presente anexo tiene por objeto el cálculo y dimensionado de las instalaciones eléctricas del edificio a proyectar, desde el centro de transformación hasta cada uno de los elementos individuales que componen la instalación eléctrica del edificio a proyectar.

1.2. Formulas empleadas

Se emplearán las siguientes formulas:

➤ **Sistema trifásico:**

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot R}$$

$$e = \left(\frac{L \cdot P_c}{k \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} \right) + \left(\frac{L \cdot P_c \cdot X_u \cdot \sin \varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \cos \varphi} \right)$$

Donde:

P_c : potencia de cálculo (W).

L : longitud de cálculo (m).

e : caída de tensión (V).

K : conductividad.

I : intensidad (A).

U : tensión de servicio (V) (trifásica o monofásica).

S : sección del conductor (mm²).

$\cos \varphi$: factor de potencia.

R : rendimiento (para líneas de motor).

n : número de conductores por fase.

X_u : reactancia por unidad de longitud (mΩ/m).

➤ Sistema monofásico:

$$I = \frac{P_c}{U \cdot \cos \varphi \cdot R}$$

$$e = \left(\frac{2 \cdot L \cdot P_c}{k \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} \right) + \left(\frac{2 \cdot L \cdot P_c \cdot X_u \cdot \sin \varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \cos \varphi} \right)$$

Donde:

P_c : potencia de cálculo (W).

L : longitud de cálculo (m).

e : caída de tensión (V).

K : conductividad.

I : intensidad (A).

U : tensión de servicio (V) (trifásica o monofásica).

S : sección del conductor (mm²).

$\cos \varphi$: factor de potencia.

R : rendimiento (para líneas de motor).

n : número de conductores por fase.

X_u : reactancia por unidad de longitud (mΩ/m).

➤ Conductividad eléctrica:

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

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

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

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 (Cu = 0,018; Al = 0,029).

α : coeficiente de temperatura (Cu = 0,00392; Al: 0,00403).

T : temperatura del conductor (°C).

T_0 : temperatura ambiente (°C) (Cables enterrados = 25 °C; cables al aire = 40 °C).

T_{max} : temperatura máxima admisible del conductor (°C) (XLPE, EPR = 90 °C; PVC = 70 °C).

I : intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} : intensidad máxima admisible del conductor (A).

➤ Sobrecargas:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

Donde:

I_b : intensidad empleada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20460/5-523.

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

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

A la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 \cdot I_n$ como máximo).

A la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 \cdot I_n$).

➤ Compensación energía reactiva:

$$\cos \phi = \frac{P}{\sqrt{(P^2 + Q^2)}}$$

$$\tan \phi = \frac{Q}{P}$$

$$Q_c = P \cdot (\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$$

$$C = \frac{Q_c \cdot 1000}{U^2 \cdot \omega} \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella)}$$

$$C = \frac{Q_c \cdot 1000}{3 \cdot U^2 \cdot \omega} \text{ (Trifásico conexión triángulo)}$$

Donde:

P : potencia activa de la instalación (kW).

Q : potencia reactiva de la instalación (kVAR).

Q_c : potencia reactiva a compensar (kVAR).

ϕ_1 : ángulo de desfase de la instalación sin compensar.

ϕ_2 : ángulo de desfase que se quiere compensar.

U : tensión compuesta (V).

ω : $2 \cdot \pi \cdot f = 50$ Hz.

C : capacidad de los condensadores (F).

➤ **Cortocircuito:**

$$I_{pccI} = \frac{C_t \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_t}$$

Donde:

I_{pccI} : intensidad permanente de cortocircuito en el inicio de la línea (kA).

C_t : coeficiente de tensión.

U : tensión trifásica (V).

Z_t : impedancia total (mΩ), aguas arriba del punto de cortocircuito (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$I_{pccF} = \frac{C_t \cdot U_F}{2 \cdot Z_t}$$

Donde:

I_{pccF} : intensidad permanente de cortocircuito en el fin de la línea (kA).

C_t : coeficiente de tensión.

U_F : tensión monofásica (V).

Z_t : impedancia total (mΩ), incluyendo la propia de la línea o circuito (por lo tanto, es igual a la impedancia en el origen más la propia del conductor o línea).

La impedancia total hasta el punto cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Donde:

$R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de cortocircuito).

$X_t = X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de cortocircuito).

$R = L \cdot 1000 \cdot C_R / k \cdot S \cdot n$ (mΩ).

$X = X_u \cdot L / n$ (mΩ).

R : resistencia de la línea (mΩ).

X : reactancia de la línea (mΩ).

L : longitud de la línea (m).

C_R : coeficiente de resistividad.

k : conductividad del metal.

S : sección de la línea (mm²).

X_u : reactancia de la línea (Ω·m).

n : número de conductores por fase.

$$tmc_{icc} = \frac{C_c \cdot S^2}{I_{pccF}^2}$$

Donde:

tmc_{icc} : tiempo máximo en segundos que un conductor soporta una I_{pcc} .

C_c : constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S : sección de la línea (mm^2).

I_{pccF} : intensidad permanente de cortocircuito en el final de la línea (A).

$$tf_{icc} = \frac{\text{cte. fusible}}{I_{pccF}^2}$$

Donde:

tf_{icc} : tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

I_{pccF} : intensidad permanente de cortocircuito en el final de la línea (A).

$$L_{max} = \frac{0,8 \cdot U_F}{2 \cdot I_{F5} \sqrt{\left(\frac{1,5}{k \cdot S \cdot n}\right)^2 + \left(\frac{X_u}{n \cdot 1000}\right)^2}}$$

Donde:

L_{max} : longitud máxima de conductor protegido a cortocircuito (m)(para protección por fusibles).

U_F : tensión de fase (V).

K : conductividad.

S : sección del conductor (mm^2).

X_u : reactancia por unidad de longitud ($m\Omega/m$). En conductores aislados suele ser 0,1.

n : número de conductores por fase.

C : 0,8. Es el coeficiente de tensión.

C_R : 1,5. Es el coeficiente de resistencia.

I_{F5} : intensidad de fusión de fusibles en 5 segundos (A).

Las curvas válidas para la protección de interruptores automáticos dotados de relé electromagnético serán:

➤ CURVA B:

$$I_{mag} = 5 \cdot I_n$$

➤ CURVA C:

$$I_{mag} = 10 \cdot I_n$$

➤ CURVA D Y MA:

$$I_{mag} = 20 \cdot I_n$$

➤ Embarrados:

El cálculo electrodinámico será:

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n}$$

Donde:

σ_{max} : tensión máxima en las pletinas (kg/cm^2).

I_{pcc} : intensidad permanente de cortocircuito (kA).

L : separación entre apoyos (cm)

d : separación entre pletinas (cm).

n : número de pletinas por fase.

W_y : modulo resistente por pletina eje y-y (cm^3).

σ_{adm} : tensión admisible del material (kg/cm^2).

La comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito será:

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

I_{pcc} : intensidad permanente de cortocircuito (kA).

I_{cccs} : intensidad de cortocircuito soportada por el conductor durante el tiempo de duración del cortocircuito (kA).

S : sección total de las pletinas (mm^2).

T_{cc} : tiempo de duración del cortocircuito (s).

K_c : constante del conductor ($\text{Cu} = 164$; $\text{Al} = 107$).

1.3. Previsión de cargas

1.3.1. Potencia total instalada en el cuadro general de distribución

Cuadro secundario planta segunda (CS.P2)	66994 W
Cuadro secundario planta primera (CS.P1)	64534 W
Cuadro secundario planta sótano (CS.P-1)	58895 W
Cuadro secundario punto recarga vehículo eléctrico (CS.VEH.ELE)	22000 W
Cuadro secundario oficinas (CS.OFI)	7180 W
Cuadro secundario gimnasio (CS.GIM)	9732 W
Cuadro secundario restauración (CS.RES)	66432 W
Alumbrado zonas comunes planta baja 1 (C1.AL.ZC.PB.1)	600 W
Alumbrado zonas comunes planta baja 2 (C2.AL.ZC.PB.2)	624 W
Alumbrado zonas comunes planta baja 3 (C3.AL.ZC.PB.3)	600 W
Emergencias zonas comunes planta baja 1 (C4.EM.ZC.PB.1)	80 W
Emergencias zonas comunes planta baja 2 (C5.EM.ZC.PB.2)	88 W
Emergencias zonas comunes planta baja 3 (C6.EM.ZC.PB.3)	72 W
Emergencias zonas comunes planta baja 4 (C7.EM.ZC.PB.4)	88 W
Alumbrado cuarto servicio planta baja (C8.AL.ZS.PB)	300 W
Emergencias cuartos servicios planta baja (C9.EM.ZS.PB)	24 W
Alumbrado exterior aparcamiento (C10.AL.EXT.APAR)	216 W
Alumbrado exterior entrada (C11.AL.EXT.ENT)	216 W
Alumbrado exterior patio interior (C12.AL.EXT.PAT)	324 W
Alumbrado exterior zona ala derecha (C13.AL.EXT.DER)	216 W
Alumbrado exterior zona ala izquierda (C14.AL.EXT.IZQ)	216 W
TOTAL:	299431 W

Tabla 72. Cuadro general de distribución de baja tensión del edificio.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 35211 W.
- Potencia instalada fuerza: 264220 W.
- Potencia máxima admisible: 320350,72 W.

1.3.2. Subcuadros

1.3.2.1. Subcuadro planta segunda

Cuadro secundario habitaciones ala derecha planta segunda (CS.DCHA.P2)	22896 W
Cuadro secundario habitaciones ala izquierda planta segunda (CS.IZQ.P2)	24804 W
Cuadro secundario lavandería planta segunda (CS.LAV.P2)	5610 W
Alumbrado zonas comunes planta segunda 1 (C1.AL.ZC.P2.1)	504 W
Alumbrado zonas comunes planta segunda 2 (C2.AL.ZC.P2.2)	480 W
Alumbrado zonas comunes planta segunda 3 (C3.AL.ZC.P2.3)	456 W
Emergencias zonas comunes planta segunda 1 (C4.EM.ZC.P2.1)	88 W
Emergencias zonas comunes planta segunda 2 (C5.EM.ZC.P2.2)	96 W
Emergencias zonas comunes planta segunda 3 (C6.EM.ZC.P2.3)	72 W
Alumbrado salas comunes planta segunda 1 (C7.AL.SC.P2.1)	590 W
Alumbrado salas comunes planta segunda 2 (C8.AL.SC.P2.2)	578 W
Alumbrado salas comunes planta segunda 3 (C9.AL.SC.P2.3)	506 W
Emergencias salas comunes planta segunda (C10.EM.SC.P2)	48 W
Alumbrado cuartos servicios planta segunda (C11.AL.CS.P2)	550 W
Emergencias cuarto servicios planta segunda (C12.EM.CS.P2)	24 W
Tomas de corriente telecomunicaciones (C13.TC)	2000 W
Tomas de corriente sala otros usos planta segunda (C14.TC)	2000 W
Tomas de corriente sala de trabajos planta segunda (C15.TC)	2000 W
Tomas de corriente sala de estudio planta segunda (C16.TC)	2000 W
Tomas de corriente sala de juegos planta segunda (C17.TC)	1700 W
TOTAL:	66994 W

Tabla 73. Subcuadro general de la planta segunda.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 9184 W.

- Potencia instalada fuerza: 57810 W.

1.3.2.1.1. Subcuadro habitaciones ala derecha planta segunda

Cuadro secundario habitación 26 (CS.H26)	1908 W
Cuadro secundario habitación 27 (CS.H27)	1908 W
Cuadro secundario habitación 28 (CS.H28)	1908W
Cuadro secundario habitación 29 (CS.H29)	1908 W
Cuadro secundario habitación 30 (CS.H30)	1908 W
Cuadro secundario habitación 31 (CS.H31)	1908 W
Cuadro secundario habitación 32 (CS.H32)	1908 W
Cuadro secundario habitación 33 (CS.H33)	1908 W
Cuadro secundario habitación 34 (CS.H34)	1908 W
Cuadro secundario habitación 35 (CS.H35)	1908 W
Cuadro secundario habitación 36 (CS.H36)	1908 W
Cuadro secundario habitación 37 (CS.H37)	1908 W
TOTAL:	22896 W

Tabla 74. Subcuadro habitaciones ala derecha de la planta segunda.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 2496 W.
- Potencia instalada fuerza: 20400 W.

1.3.2.1.2. Subcuadro habitaciones ala izquierda planta segunda

Cuadro secundario habitación 50 (CS.H50)	1908 W
Cuadro secundario habitación 49 (CS.H49)	1908 W
Cuadro secundario habitación 48 (CS.H48)	1908W
Cuadro secundario habitación 47 (CS.H47)	1908 W
Cuadro secundario habitación 46 (CS.H46)	1908 W
Cuadro secundario habitación 45 (CS.H45)	1908 W
Cuadro secundario habitación 44 (CS.H44)	1908 W
Cuadro secundario habitación 43 (CS.H43)	1908 W
Cuadro secundario habitación 42 (CS.H42)	1908 W
Cuadro secundario habitación 41 (CS.H41)	1908 W
Cuadro secundario habitación 40 (CS.H40)	1908 W
Cuadro secundario habitación 39 (CS.H39)	1908 W
Cuadro secundario habitación 38 (CS.H38)	1908 W
TOTAL:	24804 W

Tabla 75. Subcuadro habitaciones ala izquierda de la planta segunda.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 2704 W.

- Potencia instalada fuerza: 22100 W.

1.3.2.1.3. Subcuadro lavandería planta segunda

Lavadora 1 (C1.LAV.1)	670 W
Lavadora 2 (C2.LAV.2)	670 W
Lavadora 3 (C3.LAV.3)	670 W
Secadora 1 (C4.SEC.1)	1800 W
Secadora 2 (C5.SEC.2)	1800 W
TOTAL:	5610 W

Tabla 76. Subcuadro lavandería de la planta segunda.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada fuerza: 5610 W.

1.3.2.1.4. Subcuadros habitaciones planta segunda

Alumbrado habitación (C1.AL.HXX)	200 W
Emergencias habitación (C2.EM.HXX)	8 W
Tomas de corriente habitación (C3.TC.HXX)	1700 W
TOTAL:	1908 W

Tabla 77. Subcuadro habitaciones de la planta segunda.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 208 W.
- Potencia instalada fuerza: 1700 W.

1.3.2.2. Subcuadro planta primera

Cuadro secundario habitaciones ala derecha planta primera (CS.DCHA.P1)	22896 W
Cuadro secundario habitaciones ala izquierda planta primera (CS.IZQ.P1)	24804 W
Cuadro secundario lavandería planta primera (CS.LAV.P1)	5610 W
Alumbrado zonas comunes planta primera 1 (C1.AL.ZC.P1.1)	504 W
Alumbrado zonas comunes planta primera 2 (C2.AL.ZC.P1.2)	480 W
Alumbrado zonas comunes planta primera 3 (C3.AL.ZC.P1.3)	456 W
Emergencias zonas comunes planta primera 1 (C4.EM.ZC.P1.1)	80 W

Emergencias zonas comunes planta primera 2 (C5.EM.ZC.P1.2)	96 W
Emergencias zonas comunes planta primera 3 (C6.EM.ZC.P1.3)	72 W
Alumbrado salas comunes planta primera 1 (C7.AL.SC.P1.1)	678 W
Alumbrado salas comunes planta primera 2 (C8.AL.SC.P1.2)	622 W
Alumbrado salas comunes planta primera 3 (C9.AL.SC.P1.3)	622 W
Emergencias salas comunes planta primera (C10.EM.SC.P1)	48 W
Alumbrado cuartos servicios planta primera (C11.AL.CS.P1)	150 W
Emergencias cuarto servicios planta primera (C12.EM.CS.P1)	16 W
Tomas de corriente sala de trabajos planta primera (C13.TC)	2000 W
Tomas de corriente sala de estudio planta primera (C14.TC)	2000 W
Tomas de corriente sala de juegos planta primera (C15.TC)	1700 W
Tomas de corriente sala reuniones planta primera (C16.TC)	1700 W
TOTAL:	64534 W

Tabla 78. Subcuadro general de la planta primera.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 9024 W.
- Potencia instalada fuerza: 55510 W.

1.3.2.2.1. Subcuadro habitaciones ala derecha planta primera

Cuadro secundario habitación 1 (CS.H1)	1908 W
Cuadro secundario habitación 2 (CS.H2)	1908 W
Cuadro secundario habitación 3 (CS.H3)	1908 W
Cuadro secundario habitación 4 (CS.H4)	1908 W
Cuadro secundario habitación 5 (CS.H5)	1908 W
Cuadro secundario habitación 6 (CS.H6)	1908 W
Cuadro secundario habitación 7 (CS.H7)	1908 W
Cuadro secundario habitación 8 (CS.H8)	1908 W
Cuadro secundario habitación 9 (CS.H9)	1908 W
Cuadro secundario habitación 10 (CS.H10)	1908 W
Cuadro secundario habitación 11 (CS.H11)	1908 W
Cuadro secundario habitación 12 (CS.H12)	1908 W
TOTAL:	22896 W

Tabla 79. Subcuadro habitaciones ala derecha de la planta primera.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 2496 W.
- Potencia instalada fuerza: 20400 W.

1.3.2.2.2. Subcuadro habitaciones ala izquierda planta primera

Cuadro secundario habitación 25 (CS.H25)	1908 W
Cuadro secundario habitación 24 (CS.H24)	1908 W
Cuadro secundario habitación 23 (CS.H23)	1908W
Cuadro secundario habitación 22 (CS.H22)	1908 W
Cuadro secundario habitación 21 (CS.H21)	1908 W
Cuadro secundario habitación 20 (CS.H20)	1908 W
Cuadro secundario habitación 19 (CS.H19)	1908 W
Cuadro secundario habitación 18 (CS.H18)	1908 W
Cuadro secundario habitación 17 (CS.H17)	1908 W
Cuadro secundario habitación 16 (CS.H16)	1908 W
Cuadro secundario habitación 15 (CS.H15)	1908 W
Cuadro secundario habitación 14 (CS.H14)	1908 W
Cuadro secundario habitación 13 (CS.H13)	1908 W
TOTAL:	24804 W

Tabla 80. Subcuadro habitaciones ala izquierda de la primera planta.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 2704 W.
- Potencia instalada fuerza: 22100 W.

1.3.2.2.3. Subcuadro lavandería planta primera

Lavadora 1 (C1.LAV.1)	670 W
Lavadora 2 (C2.LAV.2)	670 W
Lavadora 3 (C3.LAV.3)	670 W
Secadora 1 (C4.SEC.1)	1800 W
Secadora 2 (C5.SEC.2)	1800 W
TOTAL:	5610 W

Tabla 81. Subcuadro lavandería de la planta primera.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada fuerza: 5610 W.

1.3.2.2.4. Subcuadros habitaciones planta primera

Alumbrado habitación (C1.AL.HXX)	200 W
Emergencias habitación (C2.EM.HXX)	8 W
Tomas de corriente habitación (C3.TC.HXX)	1700 W
TOTAL:	1908 W

Tabla 82. Subcuadro habitaciones de la planta primera.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 208 W.
- Potencia instalada fuerza: 1700 W.

1.3.2.3. Subcuadro planta sótano

Cuadro secundario incendios (CS.INC)	23500 W
Cuadro secundario ventilación garaje (CS.VEN.GAR)	3880 W
Cuadro secundario ascensores (CS.ASC)	7500 W
Cuadro secundario sala de calderas (CS.CAL)	8766 W
Cuadro secundario solar térmica (CS.SOL.TER)	1868 W
Alumbrado zonas comunes planta sótano 1 (C1.AL.ZC.P-1.1)	168 W
Alumbrado zonas comunes planta sótano 2 (C2.AL.ZC.P-1.2)	192 W
Alumbrado zonas comunes planta sótano 3 (C3.AL.ZC.P-1.3)	192 W
Emergencias zonas comunes planta sótano (C4.EM.ZC.P-1)	88 W
Alumbrado instalaciones 1 (C5.AL.INS.1)	387 W
Alumbrado instalaciones 2 (C6.AL.INS.2)	327 W
Alumbrado instalaciones 3 (C7.AL.INS.3)	303 W
Emergencias instalaciones (C8.EM.INS)	72 W
Alumbrado almacén garaje (C9.AL.ALM.GAR)	300 W
Emergencias almacén garaje (C10.EM.ALM.GAR)	8 W
Alumbrado cuartos ascensores (C11.AL.ASC)	300 W
Emergencias cuartos ascensores (C12.EM.ASC)	24 W
Alumbrado cuarto mantenimiento (C13.AL.MAN)	200 W
Emergencias cuarto mantenimiento (C14.EM.MAN)	8 W
Alumbrado garaje 1 (C15.AL.GAR.1)	910 W
Alumbrado garaje 2 (C16.AL.GAR.2)	490 W
Alumbrado garaje 3 (C17.AL.GAR.3)	770 W
Alumbrado garaje 4 (C18.AL.GAR.4)	490 W
Alumbrado garaje 5 (C19.AL.GAR.5)	1050 W
Alumbrado garaje 6 (C20.AL.GAR.6)	420 W
Emergencias garaje 1 (C21.EM.GAR.1)	72 W
Emergencias garaje 2 (C22.EM.GAR.2)	54 W

Emergencias garaje 3 (C23.EM.GAR.3)	54 W
Tomas de corriente ala principal planta sótano (C24.TC.GAR)	1900 W
Tomas de corriente ala derecha planta sótano (C25.TC.GAR)	1900 W
Tomas de corriente ala izquierda planta sótano (C26.TC.GAR)	1900 W
Motor puerta de garaje (C27.GAR)	800 W
TOTAL:	58895 W

Tabla 83. Subcuadro general de la planta sótano.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 7415 W.
- Potencia instalada fuerza: 51480 W.

1.3.2.3.1. Subcuadro vehículo eléctrico

Punto de recarga vehículo eléctrico (C1.VEH.ELE)	22000 W
TOTAL:	22000 W

Tabla 84. Subcuadro instalaciones vehículo eléctrico.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada fuerza: 22000 W.

1.3.2.3.2. Subcuadro de incendios

Grupo de presión para BIES (C1.INC)	5500 W
Grupo de presión para rociadores (C2.INC)	15000 W
Central de incendios (C3.INC)	3000 W
TOTAL:	23500 W

Tabla 85. Subcuadro de las instalaciones de incendios.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada fuerza: 23500 W.

1.3.2.3.3. Subcuadro ventilación garaje

Admisión 1 (C1.VEN)	1500 W
Admisión 2 (C2.VEN)	750 W
Expulsión 1 (C3.VEN)	650 W
Expulsión 2 (C4.VEN)	980 W
TOTAL:	3880 W

Tabla 86. Subcuadro instalaciones ventilación del garaje.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada fuerza: 3880 W.

1.3.2.3.4. Subcuadro ascensores

Ascensor ala principal (C1.ASC)	2500 W
Ascensor ala izquierda (C2.ASC)	2500 W
Ascensor ala derecha (C3.ASC)	2500 W
TOTAL:	7500 W

Tabla 87. Subcuadro ascensores.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada fuerza: 7500 W.

1.3.2.3.5. Subcuadro sala de calderas

Grupo de presión (C1.SAL.CAL)	4500 W
Caldera (C2.SAL.CAL)	2200 W
Tomas de corriente sala de calderas (C3.TC.SAL.CAL)	1700 W
Alumbrado sala de calderas (C4.AL.SAL.CAL)	350 W
Emergencias sala de calderas (C5.EM.SAL.CAL)	16 W
TOTAL:	8766 W

Tabla 88. Subcuadro sala de calderas.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 366 W.
- Potencia instalada fuerza: 8400 W.

1.3.2.3.6. Subcuadro solar térmica

Bombas (C1.SOL.TER)	600 W
Tomas de corriente cuarto solar térmica (C2.TC.SOL.TER)	1100 W
Alumbrado cuarto solar térmica (C3.AL.SOL.TER)	160 W
Emergencias cuarto solar térmica (C4.EM.SOL.TER))	8 W
TOTAL:	1868 W

Tabla 89. Subcuadro instalaciones solar térmica.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 168 W.
- Potencia instalada fuerza: 1700 W.

1.3.2.4. Subcuadros planta baja

1.3.2.4.1. Subcuadro oficinas

Tomas de corriente administración (C1.TC.ADM)	2900 W
Tomas de corriente deportivo (C2.TC.DEP)	1900 W
Tomas de corriente consejería (C3.TC.CON)	1200 W
Alumbrado oficinas 1 (C4.AL.OFI.1)	360 W
Alumbrado oficinas 2 (C5.AL.OFI.2)	360 W
Alumbrado oficinas 3 (C6.AL.OFI.3)	380 W
Emergencias oficinas (C7.EM.OFI)	80 W
TOTAL:	7180W

Tabla 90. Subcuadro oficinas de la planta baja.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 1180 W.
- Potencia instalada fuerza: 6000 W.

1.3.2.4.2. Subcuadro gimnasio

Tomas de corriente médico y gimnasio (C1.TC.GIM.1)	2200 W
Tomas de corriente vestuarios gimnasio (C2.TC.VES.GIM)	1300 W
Alumbrado gimnasio 1 (C3.AL.GIM.1)	558 W
Alumbrado gimnasio 2 (C4.AL.GIM.2)	582 W
Alumbrado gimnasio 3 (C5.AL.GIM.3)	588 W
Emergencias gimnasio 1(C6.EM.GIM.1)	48 W
Emergencias gimnasio 2 (C7.EM.GIM.2)	56 W
Cintas (C8.TC.CIN)	2200 W
Elípticas (C9.TC.ELI)	2200 W
TOTAL:	9732 W

Tabla 91. Subcuadro gimnasio de la planta baja.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 1832 W.
- Potencia instalada fuerza: 7900 W.

1.3.2.4.3. Subcuadro restauración

Cuadro secundario cocina (CS.COC)	34920 W
Cuadro secundario comedor residencia (CS.COM)	13450 W
Cuadro secundario cafetería (CS.CAF)	15150 W
Alumbrado restauración 1 (C1.AL.REST.1)	881,5 W
Alumbrado restauración 2 (C2.AL.REST.2)	877 W

Alumbrado restauración 3 (C3.AL.REST.3)	881,5 W
Emergencias restauración 1 (C4.EM.REST.1)	96 W
Emergencias restauración 2 (C5.EM.REST.2)	96 W
Emergencias restauración 3 (C6.EM.REST.3)	80 W
TOTAL:	66432 W

Tabla 92. Subcuadro general restauración de la planta baja.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada alumbrado: 2912 W.
- Potencia instalada fuerza: 63520 W.

1.3.2.4.3.1. Subcuadro cocina

Lavavajillas (C1.COC)	9900 W
Horno (C2.COC)	5400 W
Plancha (C3.COC)	4420 W
Freidora (C4.COC)	4500 W
Campana extractora (C5.COC)	4500 W
Cámara frigorífica (C6.COC)	1000 W
Armario caliente (C7.COC)	1400 W
Tomas de corriente cocina 1 (C8.TC.COC)	1400 W
Tomas de corriente cocina 2 (C9.TC.COC)	1300 W
Tomas de corriente vestuarios cocina (C10.TC.COC)	1100 W
TOTAL:	34920 W

Tabla 93. Subcuadro de las instalaciones eléctricas de la cocina.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada fuerza: 34920 W.

1.3.2.4.3.2. Subcuadro comedor residencia

Refrigerador de postres (C1.COM)	560 W
Dispensador de agua y hielos (C2.COM)	1200 W
Grifo refrescos (C3.COM)	3000 W
Mesa gastronómica 1 (C4.COM)	420 W
Mesa gastronómica 2 (C5.COM)	420 W
Calentador de leche (C6.COM)	1000 W
Tostadora automática (C7.COM)	2400 W
Cafetera automática (C8.COM)	1550 W
Tomas de corriente comedor residencia (C9.TC.COM)	1800 W
Refrigerador de bebidas (C10.COM)	700 W
Exprimidor industrial (C11.COM)	400 W
TOTAL:	13450 W

Tabla 94. Subcuadro comedor residencia de la planta baja.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada fuerza: 13450 W.

1.3.2.4.3.3. Subcuadro cafetería

Máquina de hielo (C1.CAF)	650 W
Cámara de bebidas (C2.CAF)	700 W
Vitrina caliente (C3.CAF)	1600 W
Tomas de corriente barra (C4.TC.CAF)	1200 W
Cafetera (C5.CAF)	5350 W
Secamanos baños (C6.CAF)	400 W
Lavavasos (C7.CAF)	13450 W
Tomas de corriente cafetería (C8.TC.CAF)	1800 W
TOTAL:	15150 W

Tabla 95. Subcuadro de las instalaciones eléctricas de la cafetería.

Como se resumen de potencias se tiene que:

- Potencia instalada fuerza: 15150 W.

1.4. Demanda de potencias del edificio

La potencia total instalada en el edificio será de 299431 W, repartida de la siguiente manera entre las plantas de edificio:

- Planta segunda: 66994 W
- Planta primera: 64534 W.
- Planta baja: 109008 W.
- Planta sótano: 58895 W.

De forma que se tendrá:

- Potencia total alumbrado: 35211 W.
- Potencia total de fuerza: 264220 W.
- Potencia máxima admisible: 320350,72 W.

1.5. Cálculos

Para los cálculos de las diferentes instalaciones eléctricas del edificio se ha empleado el programa informático dmELECT 2009, en concreto CIEBT.

1.5.1. Acometida

Para el cálculo de la acometida se han tenido en cuenta las siguientes características:

- Tensión de servicio: 400V.
- Tipo de canalización elegida: enterrados bajo tubo (R. Subt).
- Longitud: 20,08 m.
- $\cos \varphi$: 0,8.
- X_d : 0 m Ω /m.
- Potencia a instalar: 299431 W.
- Potencia de cálculo, según ITC-BT-47 e ITC-BT-44.

$$P_{\text{calculo}} = (15000 \text{ W} \cdot 1,25) + 284431 \text{ W} \\ = \mathbf{303181 \text{ W}}, \text{ con un coeficiente de simultaneidad de 1.}$$

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{303181 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,8} = \mathbf{547,02 \text{ A}}$$

Se eligen conductores unipolares 2(3x120/70) mm² Cu.

Nivel de aislamiento, aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE + Pol,RF – No propagador de incendio y emisión de humos, y opacidad reducida, resistente al fuego – Designación UNE: RZ1-AI (AS+).

I_{ad} a 25 °C ($F_c = 0,8$): 608 A según ITC-BT-07.

El diámetro exterior del tubo será de 180 mm.

La caída de tensión será (T^a cable: 77,62 °C):

$$e(\text{parcial}) = \frac{20,08 \cdot 303181}{45,32 \cdot 400 \cdot 2 \cdot 120} = \mathbf{1,40V = 0,35\%}$$

$$e(\text{total}) = \mathbf{0,35\% \text{ ADMIS (2\% MAX)}}$$

1.5.2. Derivación individual

Para el cálculo de la derivación individual se han tenido en cuenta las siguientes características:

- Tensión de servicio: 400V.
- Tipo de canalización elegida: enterrados bajo tubo (R. Subt).
- Longitud: 46,17 m.

- $\cos \varphi$: 0,8.
- X_u : 0 mΩ/m.
- Potencia a instalar: 299431 W.
- Potencia de cálculo, según ITC-BT-47 e ITC-BT-44.

$$P_{\text{calculo}} = (15000 \text{ W} \cdot 1,25) + 284431 \text{ W} \\ = \mathbf{303181 \text{ W}}, \text{ con un coeficiente de simultaneidad de 1.}$$

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{303181 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,8} = \mathbf{547,02 \text{ A}}$$

Se eligen conductores unipolares 2(4x120+TTx70) mm² Cu.

Nivel de aislamiento, aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE + Pol,RF – No propagador de incendio y emisión de humos, y opacidad reducida, resistente al fuego – Designación UNE: RZ1-AI (AS+).

I_{ad} a 25 °C (F_c = 0,8): 608 A según ITC-BT-07.

El diámetro exterior del tubo será de 225 mm.

La caída de tensión será (T^a cable: 77,62 °C):

$$e(\text{parcial}) = \frac{46,17 \cdot 303181}{45,32 \cdot 400 \cdot 2 \cdot 120} = \mathbf{3,22 \text{ V} = 0,8\%}$$

$$e(\text{total}) = \mathbf{0,96\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX)}}$$

Protección térmica:

- Interruptor automático tetrapolar: I_n = 630 A. Térmico reg. Int. Reg; 578 A.
- Contactor tripolar: I_n = 630 A.

1.5.3. Grupo electrógeno

Para el cálculo de la derivación individual se han tenido en cuenta las siguientes características:

- Tensión de servicio: 400V.
- Tipo de canalización elegida: B1 – Unip. O Multi. Huecos Obra.
- Longitud: 12,32 m.
- $\cos \varphi$: 0,8.
- X_u : 0 mΩ/m.

- Potencia a instalar: 299,43 kW.
- Potencia aparente generador: 400 kVA.

$$I = \frac{C_g \cdot S_g \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1,25 \cdot 400 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 721,71 \text{ A.}$$

Se eligen conductores unipolares 2(4x240+TTx120) mm² Cu.

Nivel de aislamiento, aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE + Pol,RF – No propagador de incendio y emisión de humos, y opacidad reducida, resistente al fuego – Designación UNE: RZ1-K (AS+).

I_{ad} a 40 °C (F_c = 1): 802 A según ITC-BT-19.

La caída de tensión será (T^a cable: 80,49 °C):

$$e(\text{parcial}) = \frac{12,32 \cdot 320000}{44,91 \cdot 400 \cdot 2 \cdot 240} = 0,46 \text{ V} = 0,11\%$$

$$e(\text{total}) = 0,11 \% \text{ ADMIS (1,5\% MAX)}$$

Protección térmica:

- Interruptor automático tetrapolar: I_n = 800 A. Térmico reg. Int. Reg: 762 A.
- Protección diferencial: Relé y Transfor. Diferencial Sens: 30 mA.
- Contactor tripolar: I_n = 800 A.

1.5.4. Subcuadro planta segunda

Para el cálculo del subcuadro general de distribución de la planta segunda se han tenido en cuenta las siguientes características:

- Tensión de servicio: 400V.
- Tipo de canalización elegida: B1 – Unip. O Multi. Huecos obra.
- Longitud: 6,58 m.
- Cos φ: 0,8.
- X_u: 0 mΩ/m.
- Potencia a instalar: 66994 W.
- Potencia de cálculo, según ITC-BT-44 e ITC-BT-47.

$$\begin{aligned} P_{\text{calculo}} &= 1800 \cdot 1,25 + 65194 \\ &= 67444 \text{ W, con un coeficiente de simultaneidad de 1.} \end{aligned}$$

$$I = \frac{P_c}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{67444 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,8} = \mathbf{121,69 \text{ A}}$$

Se eligen conductores tetrapolares 4x50+TTx25 mm² Cu.

Nivel de aislamiento, aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE + Pol,RF – No propagador de incendio y emisión de humos, y opacidad reducida, resistente al fuego – Designación UNE: RZ1-K (AS+).

I_{ad} a 40 °C (F_c = 1): 145 A según ITC-BT-19.

La caída de tensión será (T^a cable: 75,21 °C):

$$e(\text{parcial}) = \frac{6,58 \cdot 67444}{45,67 \cdot 400 \cdot 50} = \mathbf{0,49 \text{ V} = 0,12\%}$$

$$e(\text{total}) = \mathbf{0,93\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX)}}$$

Protección térmica:

- Protección térmica en principio de la línea:
- ✓ I. Aut/Tet. I_n = 125 A. Térmico reg. Int. Reg: 125 A.
- Protección térmica en final de la línea:
- ✓ I. Aut/Tet. I_n = 125 A. Térmico reg. Int. Reg: 125 A.
- Protección diferencial: Relé y Transfor. Diferencial Sens: 30 mA.

1.5.5. Subcuadro habitación 26

Para el cálculo del subcuadro general de distribución de la planta segunda se han tenido en cuenta las siguientes características:

- Tensión de servicio: 230V.
- Tipo de canalización elegida: B1 – Unip. O Multi. Falso techo.
- Longitud: 67,71 m.
- Cos φ: 0,8.
- X_q: 0 mΩ/m.
- Potencia a instalar: 1908 W.
- Potencia de cálculo, según ITC-BT-44.

P_{calculo} = 1908 W, con un coeficiente de simultaneidad de 1.

$$I = \frac{P_c}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1908 \text{ W}}{230 \text{ V} \cdot 0,8} = \mathbf{10,37 \text{ A}}$$

Se eligen conductores bipolares 2x4+TTx4 mm² Cu.

Nivel de aislamiento, aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE + Pol, RF – No propagador de incendio y emisión de humos, y opacidad reducida, resistente al fuego – Designación UNE: RZ1-K (AS+).

I_{ad} a 40 °C (F_c = 1): 36 A según ITC-BT-19.

La caída de tensión será (T^a cable: 44,15 °C):

$$e(\text{parcial}) = \frac{2 \cdot 67,71 \cdot 1908}{50,75 \cdot 230 \cdot 4} = 5,53 \text{ V} = 2,41\%$$

$$e(\text{total}) = 3,64 \% \text{ ADMIS (4,5\% MAX)}$$

Protección térmica:

- Protección térmica en principio de la línea:
 - ✓ I. Mag. Bipolar Int: 16 A.
- Protección térmica en final de la línea:
 - ✓ I. Mag. Bipolar Int: 16 A.
- Protección diferencial en el final de la línea:
 - ✓ Inter. Dif. Bipolar Int: 25 A. Sens. Int: 30 mA.

1.5.5.1. Alumbrado habitación (C1.HAB)

Para el cálculo de la línea de alumbrado de la habitación 26, se han tenido en cuenta las siguientes características:

- Tensión de servicio: 230V.
- Tipo de canalización elegida: B1 – Unip. Tubos Superf. O Emp. Obra.
- Longitud: 27,56 m.
- Cos φ: 1.
- X_{ij}: 0 mΩ/m.
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo, según ITC-BT-44.

$$P_{\text{calculo}} = 200 \text{ W}$$

$$I = \frac{P_c}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{200 \text{ W}}{230 \text{ V} \cdot 1} = 0,87 \text{ A}$$

Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5 mm² Cu.

Nivel de aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolef, RF – No propagador de incendio y emisión de humos, y opacidad reducida, resistente al fuego – Designación UNE: ES07Z1-K (AS+).

I_{ad} a 40 °C ($F_c = 1$): 15 A según ITC-BT-19.

Diámetro exterior del tubo será de 16 mm.

La caída de tensión será (T^a cable: 40,1 °C):

$$e(\text{parcial}) = \frac{2 \cdot 27,56 \cdot 200}{51,5 \cdot 230 \cdot 1,5} = 0,62 \text{ V} = 0,27\%$$

$$e(\text{total}) = 3,91 \% \text{ ADMIS (4,5\% MAX)}$$

Protección térmica:

- Protección térmica:
- ✓ I. Mag. Bipolar Int: 10 A.

1.5.5.2. Alumbrado emergencia habitación 26 (C2.HAB)

Para el cálculo de la línea de alumbrado de emergencia de la habitación 26, se han tenido en cuenta las siguientes características:

- Tensión de servicio: 230V.
- Tipo de canalización elegida: B1 – Unip. Tubos Superf. O Emp. Obra.
- Longitud: 3,94 m.
- $\cos \varphi$: 1.
- X_d : 0 mΩ/m.
- Potencia a instalar: 8 W.
- Potencia de cálculo, según ITC-BT-44.

$$P_{\text{calculo}} = 8 \text{ W}$$

$$I = \frac{P_c}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{8 \text{ W}}{230 \text{ V} \cdot 1} = 0,03 \text{ A}$$

Se eligen conductores unipolares 2x1,5+TTx1,5 mm² Cu.

Nivel de aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolef, RF – No propagador de incendio y emisión de humos, y opacidad reducida, resistente al fuego – Designación UNE: ES07Z1-K (AS+).

I_{ad} a 40 °C ($F_c = 1$): 15 A según ITC-BT-19.

Diámetro exterior del tubo de 16 mm.

La caída de tensión será (T^a cable: 40 °C):

$$e(\text{parcial}) = \frac{2 \cdot 3,94 \cdot 8}{51,52 \cdot 230 \cdot 1,5} = 0 \text{ V} = 0\%$$

$$e(\text{total}) = 3,64 \% \text{ ADMIS (4,5\% MAX)}$$

Protección térmica:

- Protección térmica:
- ✓ I. Mag. Bipolar Int: 10 A.

1.5.5.3. Tomas de corriente habitación 26 (C3.HAB)

Para el cálculo de la línea de tomas de corriente de la habitación 26, se han tenido en cuenta las siguientes características:

- Tensión de servicio: 230V.
- Tipo de canalización elegida: B1 – Unip. Tubos Superf. O Emp. Obra.
- Longitud: 22,6 m.
- Cos φ : 0,8.
- X_d : 0 m Ω /m.
- Potencia a instalar: 1700 W.
- Potencia de cálculo, según ITC-BT-44.

$$P_{\text{calculo}} = 1700 \text{ W}$$

$$I = \frac{P_c}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1700 \text{ W}}{230 \text{ V} \cdot 0,8} = 9,24 \text{ A}$$

Se eligen conductores unipolares 2x2,5+TTx2,5 mm² Cu.

Nivel de aislamiento, aislamiento: 450/750 V, Poliolf, RF – No propagador de incendio y emisión de humos, y opacidad reducida, resistente al fuego – Designación UNE: ES07Z1-K (AS+).

I_{ad} a 40 °C ($F_c = 1$): 21 A según ITC-BT-19.

Diámetro exterior del tubo será de 20 mm.

La caída de tensión será (T^a cable: 45,81 °C):

$$e(\text{parcial}) = \frac{2 \cdot 22,6 \cdot 1700}{50,45 \cdot 230 \cdot 2,5} = 2,65 \text{ V} = 1,15\%$$

$$e(\text{total}) = 4,79\% \text{ ADMIS (6,5\% MAX)}$$

Protección térmica:

- Protección térmica:
- ✓ I. Mag. Bipolar Int: 16 A.

1.5.5.4. Embarrado Subcuadro habitación 26

Los datos para el cálculo del embarrado del cuadro secundario son:

- Metal: Cu.
- Estado pletinas: desnudas.
- N° de pletinas por fase: 1.
- Separación entre pletinas (d): 10 cm.
- Separación entre apoyos (L): 25 cm.
- Tiempo de duración del cortocircuito: 0,5 sg.

De tal manera, que se adopta la siguiente pletina:

- Sección: 24 mm².
- Ancho: 12 mm.
- Espesor: 2 mm.
- W_x, I_x, W_y, I_y : 0,048 cm³, 0,0288 cm⁴, 0,008 cm³, 0,0008 cm⁴.
- I_{ad} del embarrado: 110 A.

Se realizan los siguientes cálculos:

- Calculo electrodinámico:

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{0,46^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0,008 \cdot 1} = 27,791 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Calculo térmico, por intensidad admisible:

$$I_{cal} = 10,37 \text{ A.}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A.}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuitos:

$$I_{pcc} = 0,46 \text{ kA.}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 24}{1000 \cdot \sqrt{0,5}} = 5,57 \text{ kA}$$

1.6. Resultados

Los resultados obtenidos se muestran en las siguientes tablas (la forma de cálculo ha sido la misma que la mostrada en el apartado anterior):

CUADRO GENERAL DEL DISTRIBUCIÓN

Denominación	P. Cálculo (W)	Dist. Cálc (m)	Sección (mm ²)	I. Cálculo (A)	I. Adm.. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T. Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ACOMETIDA	303181	20.08	2(3x120/70) Cu	547.02	608	0.35	0.35	180
DERIVACION IND. GRUPO	303181	46.17	2(4x120+TTx70) Cu	547.02	608	0.8	0.8	225
ELECTROGENO	400000	12.32	2(4x240+TTx120) C	721.71	802	0.11	0.11	
CS. PLANTA SEGUNDA (CS.P2)	67444	6.58	4x50+TTx25Cu	121.69	145	0.12	0.93	
CS. PLANTA PRIMERA (CS.P1)	64984	3.58	4x35+TTx16Cu	117.25	119	0.09	0.9	
C.S. VEHÍCULO ELÉCTRICO (CS.VEH. ELEC)	22000	84.14	4x10+TTx10Cu	39.69	54	2.47	3.27	32
ALUMBRADO ZONAS COMUNES PLANTA BAJA	1829.2	0.3	2x2.5+TTx2.5Cu	9.94	23	0.02	0.82	
C1.AL.ZC.PB.1	600	155.05	2x2.5+TTx2.5Cu	2.61	21	2.74	3.56	20
C2.AL.ZC.PB.2	624	153.93	2x2.5+TTx2.5Cu	2.71	21	2.82	3.65	20
C3.AL.ZC.PB.3	600	151.12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.61	21	2.67	3.49	20
C4.EM.ZC.PB.1	80	41.53	2x1.5+TTx1.5Cu	0.35	15	0.16	0.98	16
C5.EM.ZC.PB.2	88	25.38	2x1.5+TTx1.5Cu	0.38	15	0.11	0.93	16
C6.EM.ZC.PB.3	80	35.74	2x1.5+TTx1.5Cu	0.31	15	0.13	0.95	16
C7.EM.ZC.PB.4	88	94.28	2x1.5+TTx1.5Cu	0.38	15	0.41	1.23	16
ALUMBRADO CUARTOS DE SERVICIO PLANTA BAJA	210.6	0.3	2x2.5+TTx2.5Cu	1.14	23	0	0.81	
C8.AL.CS.PB	300	48.34	2x1.5+TTx1.5Cu	1.3	15	0.71	1.52	16
C9.EM.CS.PB	24	34.21	2x1.5+TTx1.5Cu	0.1	15	0.04	0.85	16
ALUMBRADO EXTERIOR	1188	0.3	2x6+TTx6Cu	6.46	53	0	0.81	50
C10.AL.EXT.APAR	216	77.98	2x1.5+TTx1.5Cu	0.94	15	0.82	1.63	16
C11.AL.EXT.ENT	216	61.84	2x1.5+TTx1.5Cu	0.94	24.5	0.65	1.46	25
C12.AL.EXT.PAT	324	148.61	2x2.5+TTx2.5Cu	1.41	32.5	1.41	2.22	32
C13.AL.EXT.DER	216	99.98	2x1.5+TTx1.5Cu	0.94	24.5	1.06	1.87	25
C14.AL.EXT.IZQ	216	43.23	2x1.5+TTx1.5Cu	0.94	24.5	0.46	1.27	25
CS. OFICINAS (CS.OFI)	7180	24.73	4x2.5+TTx2.5Cu	12.95	23	0.91	1.72	
CS. GIMNASIO (CS.GIM)	9732	22.01	4x4+TTx4Cu	17.56	31	0.69	1.49	
CS.RESTAURACION (CS.REST)	67557	32.8	4x50+TTx25Cu	121.89	145	0.61	1.41	
CS. PLANTA SÓTANO (CS.P-1)	62645	22.39	4x35+TTx16Cu	113.03	119	0.57	1.37	

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
ACOMETIDA	20.08	2(3x120/70) Cu	14.43		6852.52	25.08			
DERIVACION IND. GRUPO ELECTROGENO	46.17	2(4x120+TTx70) Cu	13.76	15	5909.53	33.73			630; B
CS. PLANTA SEGUNDA (CS.P2)	12.32	2(4x240+TTx120) C	16	22	7633.98	80.84			800; B
CS. PLANTA PRIMERA (CS.P1)	6.58	4x50+TTx25Cu	11.87	15	5272.8	1.84			125;B,C,D
C.S. VEHÍCULO ELÉCTRICO (CS.VEH. ELEC)	3.58	4x35+TTx16Cu	11.87	15	5409.6	0.86			125;B,C,D
ALUMBRADO ZONAS COMUNES PLANTA BAJA	84.14	4x10+TTx10Cu	11.87	15	483.47	8.75			40; B, C
C1.AL.ZC.PB.1	0.3	2x2.5+TTx2.5Cu	11.87	15	5326.52				10
C2.AL.ZC.PB.2	155.05	2x2.5+TTx2.5Cu	10.7	15	68.59	17.57			10; B
C3.AL.ZC.PB.3	153.93	2x2.5+TTx2.5Cu	10.7	15	69.09	17.32			10; B
C4.EM.ZC.PB.1	151.12	2x2.5+TTx2.5Cu	10.7	15	70.36	16.7			10; B
C5.EM.ZC.PB.2	41.53	2x1.5+TTx1.5Cu	10.7	15	151.92	1.29			10; B, C
C6.EM.ZC.PB.3	25.38	2x1.5+TTx1.5Cu	10.7	15	245.37	0.49			10; B, C, D
C7.EM.ZC.PB.4	35.74	2x1.5+TTx1.5Cu	10.7	15	175.95	0.96			10; B, C
ALUMBRADO CUARTOS DE SERVICIO PLANTA BAJA	94.28	2x1.5+TTx1.5Cu	10.7	15	67.69	6.49			10; B
C8.AL.CS.PB	0.3	2x2.5+TTx2.5Cu	11.87		5326.52				
C9.EM.CS.PB	48.34	2x1.5+TTx1.5Cu	10.7	15	130.9	1.74			10; B, C
ALUMBRADO EXTERIOR	34.21	2x1.5+TTx1.5Cu	10.7	15	183.62	0.88			10; B, C
C10.AL.EXT.APAR	0.3	2x6+TTx6Cu	11.87		5661.41	0.02			
C11.AL.EXT.ENT	77.98	2x1.5+TTx1.5Cu	11.37	15	81.8	4.45			10; B
C12.AL.EXT.PAT	61.84	2x1.5+TTx1.5Cu	11.37	15	102.89	4.35			10; B, C
C13.AL.EXT.DER	148.61	2x2.5+TTx2.5Cu	11.37	15	71.62	24.92			10; B
C14.AL.EXT.IZQ	99.98	2x1.5+TTx1.5Cu	11.37	15	63.93	11.26			10; B
CS. OFICINAS (CS.OFI)	43.23	2x1.5+TTx1.5Cu	11.37	15	146.41	2.15			10; B, C
CS. GIMNASIO (CS.GIM)	24.73	4x2.5+TTx2.5Cu	11.87	15	414.59	0.74			16; B, C, D
CS.RESTAUACION (CS.REST)	22.01	4x4+TTx4Cu	11.87	15	718.22	0.63			25; B, C, D
CS. PLANTA SÓTANO (CS.P-1)	32.8	4x50+TTx25Cu	11.87	15	3453.36	4.29			125;B,C,D
	22.39	4x35+TTx16Cu	11.87	15	3493.93	2.05			125;B,C,D

SUBCUADRO GENERAL DE LA PLANTA SEGUNDA

Denominación	P. Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
CS. HABITACIONI ALA DERECHA P2 (CS.DCHA.P2)	22896	9.98	4x10+TTx10Cu	41.31	54	0.31	1.23	
CS. LAVANDERÍA (CS.LAV.P2)	5218.5	34.18	4x2.5+TTx2.5Cu	9.42	23	0.89	1.82	
ALUMBRADO ZONAS COMUNE PLANTA SEGUNDA	1434.8	0.3	2x16+TTx16Cu	7.8	66	0	0.93	32
C1.AL.ZC.P2.1	504	123.96	2x2.5+TTx2.5Cu	2.19	21	1.84	2.76	20
C2.AL.ZC.P2.2	480	121.41	2x1.5+TTx1.5Cu	2.09	15	2.86	3.79	16
C3.AL.ZC.P2.3	456	119.47	2x1.5+TTx1.5Cu	1.98	15	2.67	3.6	16
C4.EM.ZC.P2.1	88	98.32	2x1.5+TTx1.5Cu	0.35	15	0.38	1.31	16
C5.EM.ZC.P2.2	96	31.87	2x1.5+TTx1.5Cu	0.42	15	0.15	1.08	16
C6.EM.ZC.P2.3	72	42.54	2x1.5+TTx1.5Cu	0.31	15	0.15	1.08	16

ALUMBRADO SALAS COMUNES PLANTA SEGUNDA									
C7.AL.SC.P2.1	590	95.12	2x1.5+TTx1.5Cu	2.57	15	2.75	3.71	16	
C8.AL.SC.P2.2	578	99.47	2x1.5+TTx1.5Cu	2.51	15	2.82	3.77	16	
C9.AL.SC.P2.3	506	101.94	2x1.5+TTx1.5Cu	2.2	15	2.53	3.48	16	
C10.EM.SC.P2	48	81.24	2x1.5+TTx1.5Cu	0.21	15	0.19	1.14	16	
ALUMBRADO CUARTOS SERVICIO PLANTA SEGUNDA									
C11.AL.CS.P2	550	135.41	2x2.5+TTx2.5Cu	2.39	21	2.19	3.12	20	
C12.EM.CS.P2	24	132.41	2x2.5+TTx2.5Cu	0.1	21	0.09	1.02	20	
C13.TC	2000	100.14	2x4+TTx4Cu	10.87	27	3.74	4.67	20	
C14.TC	2000	26.84	2x2.5+TTx2.5Cu	10.87	21	1.62	2.55	20	
C15.TC	2000	98.29	2x4+TTx4Cu	10.87	27	3.67	4.6	20	
C16.TC	2000	35.82	2x2.5+TTx2.5Cu	10.87	21	2.16	3.09	20	
C17.TC	1700	25.08	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.28	2.2	20	
CS. HABITACIONES ALA IZQUIERDA P2 (CS.IZQ.P2)	24804	10.5	4x10+TTx10Cu	44.75	54	0.36	1.28		

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
CS. HABITACIONES DERECHA P2 (CS.DCHA.P2)	9.98	4x10+TTx10Cu	10.59	15	2558.72	0.31			50; B, C, D
CS. LAVANDERÍA P2 (CS.LAV.P2)	34.18	4x2.5+TTx2.5Cu	10.59	15	301.02	1.41			16; B, C
ALUMBRADO ZONAS COMUNES PLANTA SEGUNDA	0.3	2x16+TTx16Cu	10.59		5187.14	0.13			
C1.AL.ZC.P2.1	123.96	2x2.5+TTx2.5Cu	10.42	15	85.55	11.29			10; B
C2.AL.ZC.P2.2	121.41	2x1.5+TTx1.5Cu	10.42	15	52.65	10.73			10; B
C3.AL.ZC.P2.3	119.47	2x1.5+TTx1.5Cu	10.42	15	53.5	10.4			10; B
C4.EM.ZC.P2.1	98.32	2x1.5+TTx1.5Cu	10.42	15	64.91	7.06			10; B
C5.EM.ZC.P2.2	31.87	2x1.5+TTx1.5Cu	10.42	15	196.47	0.77			10; B, C
C6.EM.ZC.P2.3	42.54	2x1.5+TTx1.5Cu	10.42	15	148.23	1.35			10; B, C
ALUMBRADO SALAS COMUNES PLANTA SEGUNDA	0.3	2x1.5+TTx1.5Cu	10.59	15	4440.68				10
C7.AL.SC.P2.1	95.12	2x1.5+TTx1.5Cu	8.92	10	66.88	6.65			10; B
C8.AL.SC.P2.2	99.47	2x1.5+TTx1.5Cu	8.92	10	63.99	7.27			10; B
C9.AL.SC.P2.3	101.94	2x1.5+TTx1.5Cu	8.92	10	62.46	7.63			10; B
C10.EM.SC.P2	81.24	2x1.5+TTx1.5Cu	8.92	10	78.14	4.87			10; B
ALUMBRADO CUARTOS SERVICIO PLANTA SEGUNDA	0.3	2x2.5+TTx2.5Cu	10.59		4751.52				
C11.AL.CS.P2	135.41	2x2.5+TTx2.5Cu	9.54	10	78.25	13.5			10; B
C12.EM.CS.P2	132.41	2x2.5+TTx2.5Cu	9.54	10	80	12.91			10; B
C13.TC	100.14	2x4+TTx4Cu	10.59	15	167.57	7.54			16; B, C
C14.TC	26.84	2x2.5+TTx2.5Cu	10.59	15	378.94	0.58			16; B, C, D
C15.TC	98.29	2x4+TTx4Cu	10.59	15	170.65	7.27			16; B, C
C16.TC	35.82	2x2.5+TTx2.5Cu	10.59	15	287.79	1			16; B, C
C17.TC	25.08	2x2.5+TTx2.5Cu	10.59	15	404.01	0.51			16; B, C, D
CS. HABITACIONES ALA IZQUIERDA P2 (CS.IZQ.P2)	10.5	4x10+TTx10Cu	10.59	15	2486.15	0.33			50; B, C, D

SUBCUADRO HABITACIONES A LA DERECHA PLANTA SEGUNDA

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
CS. HABITACION 26 (CS.H26)	1908	67.71	2x4+TTx4Cu	10.37	36	2.41	3.64	
CS. HABITACION 27 (CS.H27)	1908	67.07	2x4+TTx4Cu	10.37	36	2.38	3.62	
CS. HABITACION 28 (CS.H28)	1908	67.07	2x4+TTx4Cu	10.37	36	2.38	3.62	
CS. HABITACION 29 (CS.H29)	1908	55.82	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.98	3.22	
CS. HABITACION 30 (CS.H30)	1908	44.87	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.59	2.83	
CS. HABITACION 31 (CS.H31)	1908	44.36	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.58	2.81	
CS. HABITACION 32 (CS.H32)	1908	66.37	2x4+TTx4Cu	10.37	36	2.36	3.59	
CS. HABITACION 33 (CS.H33)	1908	65.95	2x4+TTx4Cu	10.37	36	2.34	3.58	
CS. HABITACION 34 (CS.H34)	1908	55.02	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.96	3.19	
CS. HABITACION 35 (CS.H35)	1908	54.61	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.94	3.17	
CS. HABITACION 36 (CS.H36)	1908	43.67	2x4+TTx4Cu	10.37	45	1.54	2.78	
CS. HABITACION 37 (CS.H37)	1908	47.13	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.67	2.91	

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
CS. HABITACION 26 (CS.H26)	67.71	2x4+TTx4Cu	5.14	6	231.9	6.08			16; B, C
CS. HABITACION 27 (CS.H27)	67.07	2x4+TTx4Cu	5.14	6	233.92	5.98			16; B, C
CS. HABITACION 28 (CS.H28)	67.07	2x4+TTx4Cu	5.14	6	233.92	5.98			16; B, C
CS. HABITACION 29 (CS.H29)	55.82	2x4+TTx4Cu	5.14	6	276.22	4.29			16; B, C
CS. HABITACION 30 (CS.H30)	44.87	2x4+TTx4Cu	5.14	6	335.22	2.91			16; B, C, D
CS. HABITACION 31 (CS.H31)	44.36	2x4+TTx4Cu	5.14	6	338.58	2.85			16; B, C, D
CS. HABITACION 32 (CS.H32)	66.37	2x4+TTx4Cu	5.14	6	236.17	5.87			16; B, C
CS. HABITACION 33 (CS.H33)	65.95	2x4+TTx4Cu	5.14	6	237.54	5.8			16; B, C
CS. HABITACION 34 (CS.H34)	55.02	2x4+TTx4Cu	5.14	6	279.82	4.18			16; B, C
CS. HABITACION 35 (CS.H35)	54.61	2x4+TTx4Cu	5.14	6	281.7	4.12			16; B, C
CS. HABITACION 36 (CS.H36)	43.67	2x4+TTx4Cu	5.14	6	343.25	2.78			16; B, C, D
CS. HABITACION 37 (CS.H37)	47.13	2x4+TTx4Cu	5.14	6	321.07	3.17			16; B, C, D

SUBCUADRO HABITACION 26

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H26	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.91	16
C2.EM.H26	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	3.64	16
C3.TC.H26	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	4.79	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H26	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	4.5	116.41	2.2			10; B, C
C2.EM.H26	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	4.5	203.1	0.72			10; B, C, D
C3.TC.H26	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.47	4.5	155.83	3.4			16; B

SUBCUADRO HABITACION 27

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H27	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.89	16
C2.EM.H27	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	3.62	16
C3.TC.H27	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	4.77	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H27	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	4.5	116.91	2.18			10; B, C
C2.EM.H27	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	4.5	204.65	0.71			10; B, C, D
C3.TC.H27	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.47	4.5	156.74	3.36			16; B

SUBCUADRO HABITACION 28

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H28	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.89	16
C2.EM.H28	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	3.62	16
C3.TC.H28	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	4.77	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H28	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	4.5	116.91	2.18			10; B, C
C2.EM.H28	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	4.5	204.65	0.71			10; B, C, D
C3.TC.H28	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.47	4.5	156.74	3.36			16; B

SUBCUADRO HABITACION 29

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H29	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.49	16
C2.EM.H29	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	3.22	16
C3.TC.H29	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	4.37	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H29	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.55	4.5	126.61	1.86			10; B, C
C2.EM.H29	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.55	4.5	236.31	0.53			10; B, C, D
C3.TC.H29	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.55	4.5	174.67	2.71			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 30

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H30	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.1	16
C2.EM.H30	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.83	16
C3.TC.H30	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.98	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H30	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.67	4.5	137.72	1.57			10; B, C
C2.EM.H30	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.67	4.5	278.21	0.38			10; B, C, D
C3.TC.H30	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.67	4.5	196.56	2.14			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 31

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H31	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.08	16
C2.EM.H31	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.81	16
C3.TC.H31	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.96	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H31	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.68	4.5	138.29	1.56			10; B, C
C2.EM.H31	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.68	4.5	280.52	0.38			10; B, C, D
C3.TC.H31	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.68	4.5	197.71	2.11			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 32

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H32	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.86	16
C2.EM.H32	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	3.59	16
C3.TC.H32	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	4.74	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H32	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	4.5	117.47	2.16			10; B, C
C2.EM.H32	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	4.5	206.37	0.7			10; B, C, D
C3.TC.H32	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.47	4.5	157.75	3.32			16; B

SUBCUADRO HABITACION 33

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H33	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.85	16
C2.EM.H33	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	3.58	16
C3.TC.H33	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	4.73	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H33	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.48	4.5	117.81	2.14			10; B, C
C2.EM.H33	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.48	4.5	207.41	0.69			10; B, C, D
C3.TC.H33	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.48	4.5	158.36	3.3			16; B

SUBCUADRO HABITACION 34

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H34	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.46	16
C2.EM.H34	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	3.19	16

C3.TC.H34	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	4.34	20
-----------	------	------	----------------	------	----	------	------	----

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H34	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.56	4.5	127.36	1.83			10; B, C
C2.EM.H34	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.56	4.5	238.94	0.52			10; B, C, D
C3.TC.H34	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.56	4.5	176.11	2.67			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 35

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
C1.AL.H35	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.44	16
C2.EM.H35	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	3.17	16
C3.TC.H35	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	4.32	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H35	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.57	4.5	127.75	1.82			10; B, C
C2.EM.H35	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.57	4.5	240.31	0.52			10; B, C, D
C3.TC.H35	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.57	4.5	176.85	2.64			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 36

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
C1.AL.H36	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.05	16
C2.EM.H36	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.78	16
C3.TC.H36	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.93	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H36	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.69	4.5	139.06	1.54			10; B, C
C2.EM.H36	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.69	4.5	283.72	0.37			10; B, C, D
C3.TC.H36	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.69	4.5	199.3	2.08			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 37

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
C1.AL.H37	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.18	16
C2.EM.H37	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.91	16
C3.TC.H37	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	4.06	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H37	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.64	4.5	135.27	1.63			10; B, C
C2.EM.H37	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.64	4.5	268.39	0.41			10; B, C, D
C3.TC.H37	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.64	4.5	191.61	2.25			16; B, C

SUBCUADRO LAVANDERÍA PLANTA SEGUNDA

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
LAVADORAS	1876	0.3	4x2.5+TTx2.5Cu	3.38	22	0	1.82	20



C1.LAV.1	837.5	4.08	2x2.5+TTx2.5Cu	4.79	23	0.11	1.93	20
C2.LAV.2	837.5	3.46	2x2.5+TTx2.5Cu	4.79	23	0.09	1.91	20
C3.LAV.3	837.5	3.38	2x2.5+TTx2.5Cu	4.79	23	0.09	1.91	20
C4.SEC.1	2250	1.62	2x2.5+TTx2.5Cu	12.23	23	0.11	1.93	20
C5.SEC.2	2250	0.62	4x2.5+TTx2.5Cu	4.06	22	0.01	1.82	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
LAVADORAS	0.3	4x2.5+TTx2.5Cu	0.6		298.51	1.43			
C1.LAV.1	4.08	2x2.5+TTx2.5Cu	0.6	4.5	268.11	1.78			16; B, C
C2.LAV.2	3.46	2x2.5+TTx2.5Cu	0.6	4.5	272.32	1.72			16; B, C
C3.LAV.3	3.38	2x2.5+TTx2.5Cu	0.6	4.5	272.87	1.72			16; B, C
C4.SEC.1	1.62	2x2.5+TTx2.5Cu	0.6	4.5	287.94	1.54			16; B, C
C5.SEC.2	0.62	4x2.5+TTx2.5Cu	0.6	4.5	295.87	1.46			16; B, C

SUBCUADRO HABITACIONES A LA IZQUIERDA PLANTA SEGUNDA

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
CS. HABITACION 50 (CS.H50)	1908	10.17	2x4+TTx4Cu	10.37	36	0.36	1.64	
CS. HABITACION 49 (CS.H49)	1908	10.68	2x4+TTx4Cu	10.37	36	0.38	1.66	
CS. HABITACION 48 (CS.H48)	1908	21.58	2x4+TTx4Cu	10.37	36	0.77	2.05	
CS. HABITACION 47 (CS.H47)	1908	21.99	2x4+TTx4Cu	10.37	36	0.78	2.06	
CS. HABITACION 46 (CS.H46)	1908	32.95	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.17	2.45	
CS. HABITACION 45 (CS.H45)	1908	33.39	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.19	2.47	
CS. HABITACION 44 (CS.H44)	1908	40.25	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.43	2.71	
CS. HABITACION 43 (CS.H43)	1908	34.57	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.23	2.51	
CS. HABITACION 42 (CS.H42)	1908	34.11	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.21	2.49	
CS. HABITACION 41 (CS.H41)	1908	23.22	2x4+TTx4Cu	10.37	36	0.83	2.11	
CS. HABITACION 40 (CS.H40)	1908	22.72	2x4+TTx4Cu	10.37	36	0.81	2.09	
CS. HABITACION 39 (CS.H39)	1908	11.87	2x4+TTx4Cu	10.37	36	0.42	1.7	
CS. HABITACION 38 (CS.H38)	1908	11.35	2x4+TTx4Cu	10.37	36	0.4	1.68	

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
CS. HABITACION 50 (CS.H50)	10.17	2x4+TTx4Cu	4.99	6	1019.57	0.31			16; B, C, D
CS. HABITACION 49 (CS.H49)	10.68	2x4+TTx4Cu	4.99	6	989.87	0.33			16; B, C, D
CS. HABITACION 48 (CS.H48)	21.58	2x4+TTx4Cu	4.99	6	609.19	0.88			16; B, C, D
CS. HABITACION 47 (CS.H47)	21.99	2x4+TTx4Cu	4.99	6	600.48	0.91			16; B, C, D
CS. HABITACION 46 (CS.H46)	32.95	2x4+TTx4Cu	4.99	6	434.4	1.73			16; B, C, D
CS. HABITACION 45 (CS.H45)	33.39	2x4+TTx4Cu	4.99	6	429.62	1.77			16; B, C, D
CS. HABITACION 44 (CS.H44)	40.25	2x4+TTx4Cu	4.99	6	366.77	2.43			16; B, C, D
CS. HABITACION 43 (CS.H43)	34.57	2x4+TTx4Cu	4.99	6	417.32	1.88			16; B, C, D

(CS.H43)									
CS. HABITACION 42 (CS.H42)	34.11	2x4+TTx4Cu	4.99	6	422.03	1.84			16; B, C, D
CS. HABITACION 41 (CS.H41)	23.22	2x4+TTx4Cu	4.99	6	575.8	0.99			16; B, C, D
CS. HABITACION 40 (CS.H40)	22.72	2x4+TTx4Cu	4.99	6	585.58	0.95			16; B, C, D
CS. HABITACION 39 (CS.H39)	11.87	2x4+TTx4Cu	4.99	6	926.82	0.38			16; B, C, D
CS. HABITACION 38 (CS.H38)	11.35	2x4+TTx4Cu	4.99	6	953.36	0.36			16; B, C, D

SUBCUADRO HABITACION 50

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H50	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	1.91	16
C2.EM.H50	8	3.94	2x2.5+TTx2.5Cu	0.03	21	0	1.64	20
C3.TC.H50	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	2.79	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
C1.AL.H50	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	2.05	4.5	190.37	0.82			10; B, C
C2.EM.H50	3.94	2x2.5+TTx2.5Cu	2.05	4.5	743.27	0.15			10; B, C, D
C3.TC.H50	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	2.05	4.5	324.66	0.78			16; B, C, D

SUBCUADRO HABITACION 49

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H49	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	1.93	16
C2.EM.H49	8	3.94	2x2.5+TTx2.5Cu	0.03	21	0	1.66	20
C3.TC.H49	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	2.81	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
C1.AL.H49	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	1.99	4.5	189.3	0.83			10; B, C
C2.EM.H49	3.94	2x2.5+TTx2.5Cu	1.99	4.5	727.29	0.16			10; B, C, D
C3.TC.H49	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	1.99	4.5	321.56	0.8			16; B, C, D

SUBCUADRO HABITACION 48

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H48	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.32	16
C2.EM.H48	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.05	16
C3.TC.H48	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.2	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
C1.AL.H48	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	1.22	4.5	169	1.04			10; B, C
C2.EM.H48	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	1.22	4.5	444.08	0.15			10; B, C, D
C3.TC.H48	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	1.22	4.5	267.09	1.16			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 47

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H47	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.33	16

C2.EM.H47	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.06	16
C3.TC.H47	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.21	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H47	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	1.21	4.5	168.32	1.05			10; B, C
C2.EM.H47	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	1.21	4.5	439.43	0.15			10; B, C, D
C3.TC.H47	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	1.21	4.5	265.4	1.17			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 46

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H46	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.72	16
C2.EM.H46	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.45	16
C3.TC.H46	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.6	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H46	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	4.5	152	1.29			10; B, C
C2.EM.H46	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	4.5	343.28	0.25			10; B, C, D
C3.TC.H46	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.87	4.5	226.97	1.6			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 45

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H45	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.74	16
C2.EM.H45	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.47	16
C3.TC.H45	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.62	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H45	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.86	4.5	151.41	1.3			10; B, C
C2.EM.H45	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.86	4.5	340.29	0.26			10; B, C, D
C3.TC.H45	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.86	4.5	225.66	1.62			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 44

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H44	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.98	16
C2.EM.H44	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.71	16
C3.TC.H44	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.86	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H44	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.74	4.5	142.77	1.46			10; B, C
C2.EM.H44	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.74	4.5	299.61	0.33			10; B, C, D
C3.TC.H44	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.74	4.5	207.01	1.93			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 43

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
--------------	---------------	---------------	----------------------------	---------------	-------------	---------------	---------------	----------------------------------

C1.AL.H43	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.78	16
C2.EM.H43	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.51	16
C3.TC.H43	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.66	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccL} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
C1.AL.H43	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.84	4.5	149.85	1.33			10; B, C
C2.EM.H43	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.84	4.5	332.53	0.27			10; B, C, D
C3.TC.H43	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.84	4.5	222.22	1.67			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 42

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H42	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.76	16
C2.EM.H42	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.49	16
C3.TC.H42	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.64	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccL} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
C1.AL.H42	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.85	4.5	150.45	1.31			10; B, C
C2.EM.H42	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.85	4.5	335.51	0.26			10; B, C, D
C3.TC.H42	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.85	4.5	223.55	1.65			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 41

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H41	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.38	16
C2.EM.H41	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.11	16
C3.TC.H41	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.26	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccL} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
C1.AL.H41	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	1.16	4.5	166.32	1.08			10; B, C
C2.EM.H41	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	1.16	4.5	426.04	0.16			10; B, C, D
C3.TC.H41	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	1.16	4.5	260.45	1.22			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 40

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H40	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.36	16
C2.EM.H40	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.09	16
C3.TC.H40	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.24	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccL} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
C1.AL.H40	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	1.18	4.5	167.13	1.07			10; B, C
C2.EM.H40	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	1.18	4.5	431.38	0.16			10; B, C, D
C3.TC.H40	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	1.18	4.5	262.44	1.2			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 39

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H39	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	1.97	16

C2.EM.H39	8	3.94	2x2.5+TTx2.5Cu	0.03	21	0	1.7	20
C3.TC.H39	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	2.85	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H39	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	1.86	4.5	186.85	0.85			10; B, C
C2.EM.H39	3.94	2x2.5+TTx2.5Cu	1.86	4.5	692.55	0.17			10; B, C, D
C3.TC.H39	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	1.86	4.5	314.56	0.84			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 38

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H38	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	1.95	16
C2.EM.H38	8	3.94	2x2.5+TTx2.5Cu	0.03	21	0	1.69	20
C3.TC.H38	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	2.84	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H38	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	1.91	4.5	187.91	0.84			10; B, C
C2.EM.H38	3.94	2x2.5+TTx2.5Cu	1.91	4.5	707.32	0.17			10; B, C, D
C3.TC.H38	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	1.91	4.5	317.58	0.82			16; B, C

SUBCUADRO GENERAL DE LA PLANTA PRIMERA

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
CS. HABITACIONI DERECHA P1 (CS.DCHA.P1)	22896	6.98	4x10+TTx10Cu	41.31	54	0.21	1.11	
ALUMBRADO ZONAS COMUNES PLANTA PRIMERA	1434.8	0.3	2x16+TTx16Cu	7.8	66	0	0.9	32
C1.AL.ZC.P1.1	504	123.96	2x2.5+TTx2.5Cu	2.19	21	1.84	2.74	20
C2.AL.ZC.P1.2	480	121.41	2x1.5+TTx1.5Cu	2.09	15	2.86	3.76	16
C3.AL.ZC.P1.3	456	119.47	2x1.5+TTx1.5Cu	1.98	15	2.67	3.57	16
C4.EM.ZC.P1.1	80	94.38	2x1.5+TTx1.5Cu	0.35	15	0.37	1.27	16
C5.EM.ZC.P1.2	96	36.71	2x1.5+TTx1.5Cu	0.42	15	0.17	1.07	16
C6.EM.ZC.P1.3	72	48.39	2x1.5+TTx1.5Cu	0.31	15	0.17	1.07	16
ALUMBRADO SALAS COMUNES PLANTA PRIMERA	1970	0.3	2x10+TTx10Cu	10.71	50	0	0.9	25
C7.AL.SC.P1.1	678	101.35	2x2.5+TTx2.5Cu	2.95	21	2.02	2.93	20
C8.AL.SC.P1.2	622	104.81	2x2.5+TTx2.5Cu	2.7	21	1.92	2.82	20
C9.AL.SC.P1.3	622	107.12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.7	21	1.96	2.86	20
C10.EM.SC.P1	48	81.24	2x1.5+TTx1.5Cu	0.21	15	0.19	1.09	16
ALUMBRADO CUARTOS SERVICIO PLANTA PRIMERA	107.9	0.3	2x2.5+TTx2.5Cu	0.59	21	0	0.9	20
C11.AL.CS.P1	150	43.61	2x1.5+TTx1.5Cu	0.65	15	0.32	1.22	16
C12.EM.CS.P1	16	45.28	2x1.5+TTx1.5Cu	0.07	15	0.04	0.94	16
C13.TC	2000	98.29	2x4+TTx4Cu	10.87	27	3.67	4.57	20
C14.TC	2000	35.82	2x2.5+TTx2.5Cu	10.87	21	2.16	3.06	20
C15.TC	1700	25.08	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.28	2.18	20
C16.TC	1700	45.08	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	2.3	3.2	20
CS. LAVANDERÍA (CS.LAV.P1)	5218.5	34.18	4x2.5+TTx2.5Cu	9.42	23	0.89	1.79	

CS. HABITACION IZQUIERDA P1 (CS.IZQ.P1)	24804	7.5	4x10+TTx10Cu	44.75	54	0.25	1.15	
---	-------	-----	--------------	-------	----	------	------	--

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
CS. HABITACION DERECHA P1 (CS.DCHA.P1)	6.98	4x10+TTx10Cu	10.86	15	3127.1	0.21			50;B,C,D
ALUMBRADO ZONAS COMUNES PLANTA PRIMERA	0.3	2x16+TTx16Cu	10.86		5321.7	0.12			
C1.AL.ZC.P1.1	123.96	2x2.5+TTx2.5Cu	10.69	15	85.6	11.28			10;B
C2.AL.ZC.P1.2	121.41	2x1.5+TTx1.5Cu	10.69	15	52.67	10.73			10;B
C3.AL.ZC.P1.3	119.47	2x1.5+TTx1.5Cu	10.69	15	53.52	10.39			10;B
C4.EM.ZC.P1.1	94.38	2x1.5+TTx1.5Cu	10.69	15	67.62	6.51			10;B
C5.EM.ZC.P1.2	36.71	2x1.5+TTx1.5Cu	10.69	15	171.4	1.01			10;B,C
C6.EM.ZC.P1.3	48.39	2x1.5+TTx1.5Cu	10.69	15	130.76	1.74			10;B,C
ALUMBRADO SALAS COMUNES PLANTA PRIMERA	0.3	2x10+TTx10Cu	10.86		5269.64	0.05			
C7.AL.SC.P1.1	101.35	2x2.5+TTx2.5Cu	10.58	15	104.4	7.58			10; B, C
C8.AL.SC.P1.2	104.81	2x2.5+TTx2.5Cu	10.58	15	101	8.1			10; B, C
C9.AL.SC.P1.3	107.12	2x2.5+TTx2.5Cu	10.58	15	98.85	8.46			10; B
C10.EM.SC.P1	81.24	2x1.5+TTx1.5Cu	10.58	15	78.43	4.84			10; B
ALUMBRADO CUARTOS SERVICI PLANTA PRIMERA	0.3	2x2.5+TTx2.5Cu	10.86		4872.83				
C11.AL.CS.P1	43.61	2x1.5+TTx1.5Cu	9.79	10	144.32	1.43			10; B, C
C12.EM.CS.P1	45.28	2x1.5+TTx1.5Cu	9.79	10	139.11	1.54			10; B, C
C13.TC	98.29	2x4+TTx4Cu	10.86	15	170.85	7.25			16; B, C
C14.TC	35.82	2x2.5+TTx2.5Cu	10.86	15	288.35	0.99			16; B, C
C15.TC	25.08	2x2.5+TTx2.5Cu	10.86	15	405.13	0.5			16; B, C, D
C16.TC	45.08	2x2.5+TTx2.5Cu	10.86	15	230.94	1.55			16; B, C
CS. LAVANDERÍA F (CS.LAV.P1)	34.18	4x2.5+TTx2.5Cu	10.86	15	301.63	1.4			16; B, C
CS. HABITACION IZQUIERDA P1 (CS.IZQ.P1)	7.5	4x10+TTx10Cu	10.86	15	3022.67	0.22			50; B, C, D

SUBCUADRO HABITACIONES ALA DERECHA PLANTA PRIMERA

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
CS. HABITACION 1 (CS.H1)	1908	67.71	2x4+TTx4Cu	10.37	36	2.41	3.52	
CS. HABITACION 2 (CS.H2)	1908	67.07	2x4+TTx4Cu	10.37	36	2.38	3.5	
CS. HABITACION 3 (CS.H3)	1908	56.22	2x4+TTx4Cu	10.37	36	2	3.11	
CS. HABITACION 4 (CS.H4)	1908	55.82	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.98	3.1	
CS. HABITACION 5 (CS.H5)	1908	44.87	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.59	2.71	
CS. HABITACION 6 (CS.H6)	1908	44.36	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.58	2.69	
CS. HABITACION 7 (CS.H7)	1908	66.37	2x4+TTx4Cu	10.37	36	2.36	3.47	
CS. HABITACION 8 (CS.H8)	1908	65.95	2x4+TTx4Cu	10.37	36	2.34	3.46	
CS. HABITACION 9 (CS.H9)	1908	55.02	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.96	3.07	
CS. HABITACION 10 (CS.H10)	1908	54.61	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.94	3.05	
CS. HABITACION 11	1908	43.67	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.55	2.67	

(CS.H11)

CS. HABITACION 12 1908 47.13 2x4+TTx4Cu 10.37 36 1.67 2.79

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
CS. HABITACION 1 (CS.H1)	67.71	2x4+TTx4Cu	6.28	10	236.1	5.87			16; B, C
CS. HABITACION 2 (CS.H2)	67.07	2x4+TTx4Cu	6.28	10	238.19	5.77			16; B, C
CS. HABITACION 3 (CS.H3)	56.22	2x4+TTx4Cu	6.28	10	280.36	4.16			16; B, C
CS. HABITACION 4 (CS.H4)	55.82	2x4+TTx4Cu	6.28	10	282.2	4.11			16; B, C
CS. HABITACION 5 (CS.H5)	44.87	2x4+TTx4Cu	6.28	10	344.05	2.76			16; B, C, D
CS. HABITACION 6 (CS.H6)	44.36	2x4+TTx4Cu	6.28	10	347.6	2.71			16; B, C, D
CS. HABITACION 7 (CS.H7)	66.37	2x4+TTx4Cu	6.28	10	240.53	5.66			16; B, C
CS. HABITACION 8 (CS.H8)	65.95	2x4+TTx4Cu	6.28	10	241.95	5.59			16; B, C
CS. HABITACION 9 (CS.H9)	55.02	2x4+TTx4Cu	6.28	10	285.96	4			16; B, C
CS. HABITACION 10 (CS.H10)	54.61	2x4+TTx4Cu	6.28	10	287.92	3.95			16; B, C
CS. HABITACION 11 (CS.H11)	43.67	2x4+TTx4Cu	6.28	10	352.52	2.63			16; B, C, D
CS. HABITACION 12 (CS.H12)	47.13	2x4+TTx4Cu	6.28	10	329.16	3.02			16; B, C, D

SUBCUADRO HABITACION 1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H1	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.79	16
C2.EM.H1	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	3.52	16
C3.TC.H1	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	4.67	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
C1.AL.H1	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	4.5	117.45	2.16			10; B, C
C2.EM.H1	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	4.5	206.31	0.7			10; B, C, D
C3.TC.H1	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.47	4.5	157.72	3.32			16; B

SUBCUADRO HABITACION 2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H2	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.77	16
C2.EM.H2	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	3.5	16
C3.TC.H2	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	4.65	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
C1.AL.H2	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.48	4.5	117.97	2.14			10; B, C
C2.EM.H2	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.48	4.5	207.91	0.69			10; B, C, D
C3.TC.H2	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.48	4.5	158.65	3.28			16; B

SUBCUADRO HABITACION 3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H3	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.38	16
C2.EM.H3	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	3.11	16
C3.TC.H3	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	4.26	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H3	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.56	4.5	127.47	1.83			10; B, C
C2.EM.H3	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.56	4.5	239.33	0.52			10; B, C, D
C3.TC.H3	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.56	4.5	176.32	2.66			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 4

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H4	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.37	16
C2.EM.H4	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	3.1	16
C3.TC.H4	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	4.25	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H4	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.57	4.5	127.85	1.82			10; B, C
C2.EM.H4	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.57	4.5	240.67	0.51			10; B, C, D
C3.TC.H4	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.57	4.5	177.05	2.64			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 5

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H5	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.98	16
C2.EM.H5	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.71	16
C3.TC.H5	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.86	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H5	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.69	4.5	139.19	1.54			10; B, C
C2.EM.H5	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.69	4.5	284.27	0.37			10; B, C, D
C3.TC.H5	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.69	4.5	199.57	2.08			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 6

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H6	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.96	16
C2.EM.H6	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.69	16
C3.TC.H6	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.84	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H6	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.7	4.5	139.77	1.52			10; B, C
C2.EM.H6	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.7	4.5	286.69	0.36			10; B, C, D
C3.TC.H6	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.7	4.5	200.76	2.05			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 7

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H7	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.74	16
C2.EM.H7	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	3.47	16
C3.TC.H7	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	4.62	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H7	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.48	4.5	118.54	2.12			10; B, C
C2.EM.H7	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.48	4.5	209.68	0.68			10; B, C, D
C3.TC.H7	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.48	4.5	159.68	3.24			16; B

SUBCUADRO HABITACION 8

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H8	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.73	16
C2.EM.H8	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	3.46	16
C3.TC.H8	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	4.61	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H8	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.49	4.5	118.88	2.11			10; B, C
C2.EM.H8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.49	4.5	210.76	0.67			10; B, C, D
C3.TC.H8	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.49	4.5	160.31	3.22			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 9

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H9	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.34	16
C2.EM.H9	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	3.07	16
C3.TC.H9	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	4.22	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H9	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.57	4.5	128.61	1.8			10; B, C
C2.EM.H9	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.57	4.5	243.4	0.5			10; B, C, D
C3.TC.H9	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.57	4.5	178.52	2.59			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 10

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H10	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.32	16
C2.EM.H10	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	3.06	16
C3.TC.H10	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	4.21	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H10	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.58	4.5	129.01	1.79			10; B, C
C2.EM.H10	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.58	4.5	244.82	0.5			10; B, C, D

C3.TC.H10	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.58	4.5	179.28	2.57		16; B, C
-----------	------	----------------	------	-----	--------	------	--	----------

SUBCUADRO HABITACION 11

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H11	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.94	16
C2.EM.H11	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.67	16
C3.TC.H11	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.82	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H11	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.71	4.5	140.56	1.51			10; B, C
C2.EM.H11	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.71	4.5	290.03	0.35			10; B, C, D
C3.TC.H11	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.71	4.5	202.39	2.02			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 12

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H12	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	3.06	16
C2.EM.H12	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.79	16
C3.TC.H12	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.94	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H12	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.66	4.5	136.69	1.59			10; B, C
C2.EM.H12	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.66	4.5	274.02	0.4			10; B, C, D
C3.TC.H12	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.66	4.5	194.46	2.19			16; B, C

SUBCUADRO LAVANDERÍA PLANTA PRIMERA

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
LAVADORAS	2177.5	0.3	4x2.5+TTx2.5Cu	3.93	22	0	1.79	20
C1.LAV.1	837.5	4.08	2x2.5+TTx2.5Cu	4.79	23	0.11	1.9	20
C2.LAV.2	837.5	3.46	2x2.5+TTx2.5Cu	4.79	23	0.09	1.88	20
C3.LAV.3	837.5	3.38	2x2.5+TTx2.5Cu	4.79	23	0.09	1.88	20
C4.SEC.1	2250	1.62	2x2.5+TTx2.5Cu	12.61	23	0.12	1.91	20
C5.SEC.2	2250	0.62	4x2.5+TTx2.5Cu	4.19	22	0.01	1.8	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
LAVADORAS	0.3	4x2.5+TTx2.5Cu	0.61		299.11	1.43			
C1.LAV.1	4.08	2x2.5+TTx2.5Cu	0.6	4.5	268.6	1.77			16; B, C
C2.LAV.2	3.46	2x2.5+TTx2.5Cu	0.6	4.5	272.83	1.72			16; B, C
C3.LAV.3	3.38	2x2.5+TTx2.5Cu	0.6	4.5	273.38	1.71			16; B, C
C4.SEC.1	1.62	2x2.5+TTx2.5Cu	0.61	4.5	288.51	1.54			16; B, C
C5.SEC.2	0.62	4x2.5+TTx2.5Cu	0.61	4.5	296.47	1.45			16; B, C

SUBCUADRO HABITACIONES ALA IZQUIERDA PLANTA PRIMERA

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
CS. HABITACION 25 (CS.H25)	1908	10.17	2x4+TTx4Cu	10.37	36	0.36	1.51	
CS. HABITACION 24	1908	10.68	2x4+TTx4Cu	10.37	36	0.38	1.53	

(CS.H24)									
CS. HABITACION 23 (CS.H23)	1908	21.58	2x4+TTx4Cu	10.37	36	0.77	1.92		
CS. HABITACION 22 (CS.H22)	1908	21.99	2x4+TTx4Cu	10.37	36	0.78	1.93		
CS. HABITACION 21 (CS.H21)	1908	32.95	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.17	2.32		
CS. HABITACION 20 (CS.H20)	1908	33.39	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.19	2.34		
CS. HABITACION 19 (CS.H19)	1908	40.25	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.43	2.58		
CS. HABITACION 18 (CS.H18)	1908	34.57	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.23	2.38		
CS. HABITACION 17 (CS.H17)	1908	34.11	2x4+TTx4Cu	10.37	36	1.21	2.37		
CS. HABITACION 16 (CS.H16)	1908	23.22	2x4+TTx4Cu	10.37	36	0.83	1.98		
CS. HABITACION 15 (CS.H15)	1908	22.72	2x4+TTx4Cu	10.37	36	0.81	1.96		
CS. HABITACION 14 (CS.H14)	1908	11.87	2x4+TTx4Cu	10.37	36	0.42	1.57		
CS. HABITACION 13 (CS.H13)	1908	11.35	2x4+TTx4Cu	10.37	36	0.4	1.56		

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
CS. HABITACION 25 (CS.H25)	10.17	2x4+TTx4Cu	6.07	10	1105.13	0.27			16; B, C, D
CS. HABITACION 24 (CS.H24)	10.68	2x4+TTx4Cu	6.07	10	1070.37	0.29			16; B, C, D
CS. HABITACION 23 (CS.H23)	21.58	2x4+TTx4Cu	6.07	10	638.94	0.8			16; B, C, D
CS. HABITACION 22 (CS.H22)	21.99	2x4+TTx4Cu	6.07	10	629.37	0.83			16; B, C, D
CS. HABITACION 21 (CS.H21)	32.95	2x4+TTx4Cu	6.07	10	449.34	1.62			16; B, C, D
CS. HABITACION 20 (CS.H20)	33.39	2x4+TTx4Cu	6.07	10	444.24	1.66			16; B, C, D
CS. HABITACION 19 (CS.H19)	40.25	2x4+TTx4Cu	6.07	10	377.37	2.3			16; B, C, D
CS. HABITACION 18 (CS.H18)	34.57	2x4+TTx4Cu	6.07	10	431.1	1.76			16; B, C, D
CS. HABITACION 17 (CS.H17)	34.11	2x4+TTx4Cu	6.07	10	436.13	1.72			16; B, C, D
CS. HABITACION 16 (CS.H16)	23.22	2x4+TTx4Cu	6.07	10	602.31	0.9			16; B, C, D
CS. HABITACION 15 (CS.H15)	22.72	2x4+TTx4Cu	6.07	10	613.03	0.87			16; B, C, D
CS. HABITACION 14 (CS.H14)	11.87	2x4+TTx4Cu	6.07	10	997.12	0.33			16; B, C, D
CS. HABITACION 13 (CS.H13)	11.35	2x4+TTx4Cu	6.07	10	1027.87	0.31			16; B, C, D

SUBCUADRO HABITACION 25

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
C1.AL.H25	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	1.78	16
C2.EM.H25	8	3.94	2x2.5+TTx2.5Cu	0.03	21	0	1.52	20
C3.TC.H25	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	2.67	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
--------------	--------------	----------------------------	------------	-------------	-----------	-------------	------------	----------	----------------

C1.AL.H25	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	2.22	4.5	193.19	0.8		10; B, C
C2.EM.H25	3.94	2x2.5+TTx2.5Cu	2.22	4.5	787.96	0.13		10; B, C, D
C3.TC.H25	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	2.22	4.5	332.94	0.75		16; B, C, D

SUBCUADRO HABITACION 24

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H24	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	1.8	16
C2.EM.H24	8	3.94	2x2.5+TTx2.5Cu	0.03	21	0	1.53	20
C3.TC.H24	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	2.68	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H24	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	2.15	4.5	192.09	0.81			10; B, C
C2.EM.H24	3.94	2x2.5+TTx2.5Cu	2.15	4.5	770.04	0.14			10; B, C, D
C3.TC.H24	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	2.15	4.5	329.68	0.76			16; B, C, D

SUBCUADRO HABITACION 23

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H23	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.19	16
C2.EM.H23	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	1.92	16
C3.TC.H23	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.07	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H23	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	1.28	4.5	171.22	1.02			10; B, C
C2.EM.H23	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	1.28	4.5	459.71	0.14			10; B, C, D
C3.TC.H23	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	1.28	4.5	272.67	1.11			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 22

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H22	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.2	16
C2.EM.H22	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	1.94	16
C3.TC.H22	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.09	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H22	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	1.26	4.5	170.52	1.02			10; B, C
C2.EM.H22	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	1.26	4.5	454.73	0.14			10; B, C, D
C3.TC.H22	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	1.26	4.5	270.91	1.13			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 21

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H21	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.59	16
C2.EM.H21	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.33	16
C3.TC.H21	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.48	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud	Sección	IpccI	P de C	IpccF	tmcicc	tficc	Lmáx	Curvas válidas
--------------	----------	---------	-------	--------	-------	--------	-------	------	----------------

	(m)	(mm ²)	(kA)	(kA)	(A)	(sg)	(sg)	(m)
C1.AL.H21	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.9	4.5	153.79	1.26		10; B, C
C2.EM.H21	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.9	4.5	352.56	0.24		10; B, C, D
C3.TC.H21	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.9	4.5	230.99	1.55		16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 20

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H20	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.61	16
C2.EM.H20	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.34	16
C3.TC.H20	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.49	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H20	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.89	4.5	153.19	1.27			10; B, C
C2.EM.H20	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.89	4.5	349.41	0.24			10; B, C, D
C3.TC.H20	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.89	4.5	229.64	1.57			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 19

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H19	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.85	16
C2.EM.H19	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.58	16
C3.TC.H19	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.73	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H19	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.76	4.5	144.36	1.43			10; B, C
C2.EM.H19	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.76	4.5	306.65	0.32			10; B, C, D
C3.TC.H19	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.76	4.5	210.35	1.87			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 18

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H18	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.65	16
C2.EM.H18	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.38	16
C3.TC.H18	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.53	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H18	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	4.5	151.59	1.29			10; B, C
C2.EM.H18	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	4.5	341.22	0.26			10; B, C, D
C3.TC.H18	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.87	4.5	226.07	1.62			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 17

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H17	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.63	16
C2.EM.H17	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.37	16
C3.TC.H17	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.52	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H17	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.88	4.5	152.21	1.28			10; B, C
C2.EM.H17	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.88	4.5	344.37	0.25			10; B, C, D
C3.TC.H17	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.88	4.5	227.45	1.6			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 16

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H16	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.25	16
C2.EM.H16	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	1.98	16
C3.TC.H16	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.13	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H16	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	1.21	4.5	168.47	1.05			10; B, C
C2.EM.H16	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	1.21	4.5	440.41	0.15			10; B, C, D
C3.TC.H16	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	1.21	4.5	265.76	1.17			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 15

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H15	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	2.23	16
C2.EM.H15	8	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	1.96	16
C3.TC.H15	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	3.11	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H15	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	1.23	4.5	169.3	1.04			10; B, C
C2.EM.H15	3.94	2x1.5+TTx1.5Cu	1.23	4.5	446.12	0.15			10; B, C, D
C3.TC.H15	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	1.23	4.5	267.83	1.15			16; B, C

SUBCUADRO HABITACION 14

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H14	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	1.84	16
C2.EM.H14	8	3.94	2x2.5+TTx2.5Cu	0.03	21	0	1.58	20
C3.TC.H14	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	2.73	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H14	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	2	4.5	189.57	0.83			10; B, C
C2.EM.H14	3.94	2x2.5+TTx2.5Cu	2	4.5	731.22	0.15			10; B, C, D
C3.TC.H14	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	2	4.5	322.33	0.8			16; B, C, D

SUBCUADRO HABITACION 13

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.AL.H13	200	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.27	1.83	16
C2.EM.H13	8	3.94	2x2.5+TTx2.5Cu	0.03	21	0	1.56	20
C3.TC.H13	1700	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	1.15	2.71	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.AL.H13	27.56	2x1.5+TTx1.5Cu	2.06	4.5	190.66	0.82			10; B, C
C2.EM.H13	3.94	2x2.5+TTx2.5Cu	2.06	4.5	747.69	0.15			10; B, C, D
C3.TC.H13	22.6	2x2.5+TTx2.5Cu	2.06	4.5	325.5	0.78			16; B, C, D

SUBCUADRO PUNTO DE RECARGA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.VEH.ELE	22000	25.78	4x10+TTx10Cu	39.69	44	0.75	4.02	32

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.VEH.ELE	25.78	4x10+TTx10Cu	0.97		374.83	9.41			

SUBCUADRO OFICINAS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
C1.TC. ADM	2900	30.2	2x2.5+TTx2.5Cu	15.76	21	2.73	4.44	20
C2.TC. DEP	1900	37.96	2x2.5+TTx2.5Cu	10.33	21	2.17	3.89	20
C3.TC. CON	1200	6.41	2x2.5+TTx2.5Cu	6.52	21	0.23	1.94	20
ALUMBRADO OFICINAS	1180	0.3	4x2.5+TTx2.5Cu	2.13	18.5	0	1.72	
C4.AL.OFI.1	360	33.21	2x1.5+TTx1.5Cu	1.57	15	0.59	2.3	16
C5.AL.OFI.2	360	31.18	2x1.5+TTx1.5Cu	1.57	15	0.55	2.27	16
C6.AL.OFI.3	380	35.52	2x1.5+TTx1.5Cu	1.65	15	0.66	2.38	16
C7.EM.OFI	80	27.26	2x1.5+TTx1.5Cu	0.35	15	0.11	1.82	16

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
C1.TC. ADM	30.2	2x2.5+TTx2.5Cu	0.83	4.5	191.44	2.26			16; B, C
C2.TC. DEP	37.96	2x2.5+TTx2.5Cu	0.83	4.5	168.17	2.92			16; B, C
C3.TC. CON	6.41	2x2.5+TTx2.5Cu	0.83	4.5	332.39	0.75			16; B, C, D
ALUMBRADO OFICINAS	0.3	4x2.5+TTx2.5Cu	0.83		409.85	0.49			
C4.AL.OFI.1	33.21	2x1.5+TTx1.5Cu	0.82	4.5	131.68	1.72			10; B, C
C5.AL.OFI.2	31.18	2x1.5+TTx1.5Cu	0.82	4.5	137.38	1.58			10; B, C
C6.AL.OFI.3	35.52	2x1.5+TTx1.5Cu	0.82	4.5	125.74	1.88			10; B, C
C7.EM.OFI	27.26	2x1.5+TTx1.5Cu	0.82	4.5	149.91	1.32			10; B, C

SUBCUADRO GIMNASIO

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
TC. MÉDICO Y VESTUARIOS	3500	0.3	2x4+TTx4Cu	19.02	27	0.02	1.51	20
C1.TC.GIM	2200	33.55	2x2.5+TTx2.5Cu	11.96	21	2.24	3.76	20
C2.TC.VES.GIM	1300	15.34	2x2.5+TTx2.5Cu	7.07	21	0.59	2.1	20
ALUMBRADO GIMNASIO	1832	0.3	4x4+TTx4Cu	3.31	24	0	1.49	
C3.AL.GIM.1	558	82.15	2x1.5+TTx1.5Cu	2.43	15	2.25	3.74	16
C4.AL.GIM.2	582	91.18	2x1.5+TTx1.5Cu	2.53	15	2.6	4.1	16
C5.AL.GIM.3	588	95.43	2x1.5+TTx1.5Cu	2.56	15	2.75	4.25	16
C6.EM.GIM.1	48	45.28	2x1.5+TTx1.5Cu	0.21	15	0.11	1.6	16
C7.EM.GIM.2	56	26.73	2x1.5+TTx1.5Cu	0.24	15	0.07	1.57	16

TC. MÁQUINAS GIMNASIO	4400	0.3	2x4+TTx4Cu	23.91	27	0.03	1.52	20
CINTAS (C8.TC.CIN) ELÍPTICAS (C9.TC.ELI)	2200	20.1	2x2.5+TTx2.5Cu	11.96	21	1.34	2.86	20
	2200	19.91	2x2.5+TTx2.5Cu	11.96	21	1.33	2.85	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
TC. MÉDICO Y VESTUARIOS	0.3	2x4+TTx4Cu	1.44		709.36	0.42			
C1.TC.GIM	33.55	2x2.5+TTx2.5Cu	1.42	4.5	220.7	1.7			16; B, C
C2.TC.VES.GIM	15.34	2x2.5+TTx2.5Cu	1.42	4.5	352.64	0.66			16; B, C, D
ALUMBRADO GIMNASIO	0.3	4x4+TTx4Cu	1.44		709.36	0.42			
C3.AL.GIM.1	82.15	2x1.5+TTx1.5Cu	1.42	4.5	70.62	5.97			10; B
C4.AL.GIM.2	91.18	2x1.5+TTx1.5Cu	1.42	4.5	64.26	7.21			10; B
C5.AL.GIM.3	95.43	2x1.5+TTx1.5Cu	1.42	4.5	61.64	7.83			10; B
C6.EM.GIM.1	45.28	2x1.5+TTx1.5Cu	1.42	4.5	118.55	2.12			10; B, C
C7.EM.GIM.2	26.73	2x1.5+TTx1.5Cu	1.42	4.5	180	0.92			10; B, C
TC. MÁQUINAS GIMNASIO	0.3	2x4+TTx4Cu	1.44		709.36	0.42			
CINTAS (C8.TC.CIN) ELÍPTICAS (C9.TC.ELI)	20.1	2x2.5+TTx2.5Cu	1.42	4.5	304.99	0.89			16; B, C
	19.91	2x2.5+TTx2.5Cu	1.42	4.5	306.65	0.88			16; B, C

SUBCUADRO RESTAURACIÓN

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
CS. COCINA (CS.COC)	36045	39.84	4x16+TTx16Cu	65.04	73	1.25	2.66	
ALUMBRADO RESTAURACIÓN	2912	0.3	4x4+TTx4Cu	5.25	24	0	1.41	25
C1.AL.REST.1	881.5	123.08	2x4+TTx4Cu	3.83	27	1.99	3.41	20
C2.AL.REST.2	877	135.14	2x4+TTx4Cu	3.81	27	2.18	3.59	20
C3.AL.REST.3	881.5	147.25	2x4+TTx4Cu	3.83	27	2.39	3.8	20
C4.EM.REST.1	96	56.15	2x1.5+TTx1.5Cu	0.42	15	0.26	1.68	16
C5.EM.REST.2	96	36.14	2x1.5+TTx1.5Cu	0.42	15	0.17	1.58	16
C6.EM.REST.3	80	24.82	2x1.5+TTx1.5Cu	0.35	15	0.1	1.51	16
CS. COMEDOR (CS.COM)	13450	26.88	4x6+TTx6Cu	24.27	40	0.78	2.19	
CS. CAFETERÍA (CS.CAF)	15150	12.3	4x6+TTx6Cu	27.33	40	0.41	1.82	

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
CS. COCINA (CS.COC)	39.84	4x16+TTx16Cu	6.94	10	1179.8	3.76			80; B, C
ALUMBRADO RESTAURACIÓN	0.3	4x4+TTx4Cu	6.94		3276.66	0.02			
C1.AL.REST.1	123.08	2x4+TTx4Cu	6.58	10	134.36	11.72			10; B, C
C2.AL.REST.2	135.14	2x4+TTx4Cu	6.58	10	122.78	14.04			10; B, C
C3.AL.REST.3	147.25	2x4+TTx4Cu	6.58	10	113	16.57			10; B, C
C4.EM.REST.1	56.15	2x1.5+TTx1.5Cu	6.58	10	111.18	2.41			10; B, C
C5.EM.REST.2	36.14	2x1.5+TTx1.5Cu	6.58	10	169.84	1.03			10; B, C
C6.EM.REST.3	24.82	2x1.5+TTx1.5Cu	6.58	10	242.09	0.51			10; B, C, D
CS. COMEDOR (CS.COM)	26.88	4x6+TTx6Cu	6.94	10	764.89	1.26			32; B, C, D
CS. CAFETERÍA (CS.CAF)	12.3	4x6+TTx6Cu	6.94	10	1339.47	0.41			32; B, C, D

SUBCUADRO COCINA

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
LAVAVAJILLAS (C1. COC)	9900	6.34	4x2.5+TTx2.5Cu	17.86	22	0.34	3	20
HORNO (C2.COC)	5400	3.8	4x2.5+TTx2.5Cu	9.74	22	0.1	2.76	20
PLANCHA (C3.COC)	4420	6.34	4x2.5+TTx2.5Cu	7.97	22	0.14	2.8	20
FREIDORA (C4.COC)	4500	5.33	4x2.5+TTx2.5Cu	8.12	22	0.12	2.78	20
EXTRACCIÓN (C5.COC)	5625	5.33	4x2.5+TTx2.5Cu	10.8	22	0.16	2.82	20
CÁMARA FRIG (C6.COC)	1250	10.57	2x2.5+TTx2.5Cu	7.23	23	0.42	3.08	20
ARM. CALIENTE (C7.COC)	1400	8.15	2x2.5+TTx2.5Cu	7.61	21	0.34	3	20
TC. COCINA	3800	0.3	2x10+TTx10Cu	20.65	50	0.01	2.67	25
C8.TC. COC	1400	20.01	2x2.5+TTx2.5Cu	7.61	21	0.83	3.5	20
C9.TC. COC	1300	21.05	2x2.5+TTx2.5Cu	7.07	21	0.81	3.48	20
VEST. COCINA (C10.TC. COC)	1100	18.92	2x2.5+TTx2.5Cu	5.98	21	0.62	3.28	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas vál
LAVAVAJILLAS C1. COC)	6.34	4x2.5+TTx2.5Cu	2.37	4.5	697.38	0.26			20; B, C, D
HORNO (C2.COC)	3.8	4x2.5+TTx2.5Cu	2.37	4.5	834.36	0.18			16; B, C, D
PLANCHA (C3.COC)	6.34	4x2.5+TTx2.5Cu	2.37	4.5	697.38	0.26			16; B, C, D
FREIDORA (C4.COC)	5.33	4x2.5+TTx2.5Cu	2.37	4.5	746.11	0.23			16; B, C, D
EXTRACCIÓN (C5.COC)	5.33	4x2.5+TTx2.5Cu	2.37	4.5	746.11	0.23			16; B, C, D
CÁMARA FRIG (C6.COC)	10.57	2x2.5+TTx2.5Cu	2.37	4.5	547.43	0.43			16; B, C, D
ARM. CALIENTE (C7.COC)	8.15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.37	4.5	624.25	0.21			16; B, C, D
TC. COCINA	0.3	2x10+TTx10Cu	2.37		1170.27	0.97			
C8.TC. COC	20.01	2x2.5+TTx2.5Cu	2.35	4.5	368.78	0.61			16; B, C, D
C9.TC. COC	21.05	2x2.5+TTx2.5Cu	2.35	4.5	356.08	0.65			16; B, C, D
VEST. COCINA (C10.TC. COC)	18.92	2x2.5+TTx2.5Cu	2.35	4.5	383.11	0.56			16; B, C, D

SUBCUADRO COMEDOR RESIDENCIA

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
REFR.POSTRES (C1.COM)	4760	0.3	2x6+TTx6Cu	25.87	40	0.02	2.21	
DISPENSADOR (C2.COM)	560	3.17	2x2.5+TTx2.5Cu	3.04	23	0.05	2.26	20
GRIFO REFRESCOS (C3.COM)	1200	2.73	2x2.5+TTx2.5Cu	6.52	23	0.1	2.31	20
	3000	3.15	2x2.5+TTx2.5Cu	16.3	23	0.3	2.51	20
	4240	0.3	2x6+TTx6Cu	23.04	40	0.02	2.21	
MES.GASTRON.1 (C4.COM)	420	9.21	2x2.5+TTx2.5Cu	2.28	23	0.11	2.32	20
MES.GASTRON.2	420	7.22	2x2.5+TTx2.5Cu	2.28	23	0.09	2.3	20

(C5.COM) CALEN.LECHE (C6.COM) TOSTA.AUT (C7.COM)	1000	2.43	2x2.5+TTx2.5Cu	5.43	23	0.07	2.28	20
4450	0.3	2x6+TTx6Cu	24.18	40	0.02	2.21	20	
CAFETERA AUT (C8.COM) TC COMEDOR (C9.TC.COM) REFRIG.BEB (C10.COM) EXPRIMIDOR (C11.COM)	1550	2.17	2x2.5+TTx2.5Cu	8.42	23	0.1	2.31	20
1800	15.54	2x2.5+TTx2.5Cu	9.78	21	0.84	3.05	20	
700	2.29	2x2.5+TTx2.5Cu	3.8	23	0.05	2.26	20	
400	2.91	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	23	0.03	2.24	20	

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas vál
	0.3	2x6+TTx6Cu	1.54		758.17	0.83			
REFR.POSTRES (C1.COM) DISPENSADOR (C2.COM) GRIFO REFRESCOS (C3.COM)	3.17	2x2.5+TTx2.5Cu	1.52	4.5	619.94	0.33			16; B, C, D
2.73	2x2.5+TTx2.5Cu	1.52	4.5	636.04	0.32			16; B, C, D	
3.15	2x2.5+TTx2.5Cu	1.52	4.5	620.65	0.33			20; B, C, D	
0.3	2x6+TTx6Cu	1.54		758.17	0.83				
MES.GASTRON.1 (C4.COM) MES.GASTRON.2 (C5.COM) CALEN.LECHE (C6.COM) TOSTA.AUT (C7.COM)	9.21	2x2.5+TTx2.5Cu	1.52	4.5	459.9	0.6			16; B, C, D
7.22	2x2.5+TTx2.5Cu	1.52	4.5	502.68	0.51			16; B, C, D	
2.43	2x2.5+TTx2.5Cu	1.52	4.5	647.51	0.3			16; B, C, D	
2.24	2x2.5+TTx2.5Cu	1.52	4.5	654.99	0.3			16; B, C, D	
0.3	2x6+TTx6Cu	1.54		758.17	0.83				
CAFETERA AUT (C8.COM) TC COMEDOR (C9.TC.COM) REFRIG.BEB (C10.COM) EXPRIMIDOR (C11.COM)	2.17	2x2.5+TTx2.5Cu	1.52	4.5	657.79	0.3			16; B, C, D
15.54	2x2.5+TTx2.5Cu	1.52	4.5	361.89	0.63			16; B, C, D	
2.29	2x2.5+TTx2.5Cu	1.52	4.5	653.01	0.3			16; B, C, D	
2.91	2x2.5+TTx2.5Cu	1.52	4.5	629.35	0.32			16; B, C, D	

SUBCUADRO CAFETERÍA

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
MAQ HIELO (C1.CAF) CÁMARA BEBID/ (C2.CAF) VITRINA CALIEN (C3.CAF) TC. BARRA (C4.TC.CAF) CAFETERA (C5.CAF)	4150	0.3	2x6+TTx6Cu	22.55	36	0.02	1.84	25
650	2.94	2x4+TTx4Cu	3.53	27	0.04	1.87	20	
700	5.08	2x2.5+TTx2.5Cu	3.8	21	0.1	1.94	20	
1600	4.99	2x2.5+TTx2.5Cu	8.7	21	0.24	2.07	20	
1200	5.35	2x2.5+TTx2.5Cu	6.52	21	0.19	2.03	20	
5350	2.25	2x6+TTx6Cu	29.08	36	0.16	1.98	25	
5650	0.3	4x4+TTx4Cu	10.19	24	0.01	1.83	25	
SECAMANOS (C6.CAF) LAVAVASOS (C7.CAF)	400	21.15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	21	0.25	2.07	20
3450	4.95	2x2.5+TTx2.5Cu	18.75	21	0.54	2.37	20	

TC. CAFETERIA (C8.TC.CAF)	1800	25.54	2x2.5+TTx2.5Cu	9.78	21	1.38	3.21	20
------------------------------	------	-------	----------------	------	----	------	------	----

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas vál
MAQ HIELO (C1.CAF)	0.3	2x6+TTx6Cu	2.69		1319.22	0.27			
CÁMARA BEBIDAS (C2.CAF)	2.94	2x4+TTx4Cu	2.65	4.5	1078.7	0.18			16; B, C, D
VITRINA CALIENTE (C3.CAF)	5.08	2x2.5+TTx2.5Cu	2.65	4.5	815.15	0.12			16; B, C, D
TC.BARRA (C4.TC.CAF)	4.99	2x2.5+TTx2.5Cu	2.65	4.5	820.72	0.12			16; B, C, D
CAFETERA (C5.CAF)	5.35	2x2.5+TTx2.5Cu	2.65	4.5	798.86	0.13			16; B, C, D
	2.25	2x6+TTx6Cu	2.69	4.5	1200.98	0.33			32; B, C, D
	0.3	4x4+TTx4Cu	2.69		1309.31	0.12			
SECAMANOS (C6.CAF)	21.15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.63	4.5	366.86	0.61			16; B, C, D
LAVAVASOS (C7.CAF)	4.95	2x2.5+TTx2.5Cu	2.63	4.5	819.32	0.12			20; B, C, D
TC. CAFETERIA (C8.TC.CAF)	25.54	2x2.5+TTx2.5Cu	2.63	4.5	319.04	0.81			16; B, C

SUBCUADRO GENERAL DE LA PLANTA SÓTANO

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ALUMBRADO ZONAS COMUNES PLANTA SÓTANO	480	0.3	2x10+TTx10Cu	2.61	50	0	1.37	25
C1.AL.ZC.P-1.1	168	138.11	2x2.5+TTx2.5Cu	0.73	21	0.68	2.05	20
C2.AL.ZC.P-1.2	192	136.16	2x2.5+TTx2.5Cu	0.83	21	0.77	2.14	20
C3.AL.ZC.P-1.3	192	133.74	2x2.5+TTx2.5Cu	0.83	21	0.75	2.13	20
C4.EM.ZC.P-1	88	131.69	2x2.5+TTx2.5Cu	0.38	21	0.34	1.71	20
ALUMBRADO PASILLO INSTALACIONES	707.85	0.3	2x10+TTx10Cu	3.85	50	0	1.37	25
C5.AL.INS.1	387	24.46	2x1.5+TTx1.5Cu	1.68	15	0.46	1.84	16
C6.AL.INS.2	327	21.91	2x1.5+TTx1.5Cu	1.42	15	0.35	1.72	16
C7.AL.INS.3	303	23.67	2x1.5+TTx1.5Cu	1.32	15	0.35	1.72	16
C8.EM.INS	72	27.74	2x1.5+TTx1.5Cu	0.31	15	0.1	1.47	16
CS. INCENDIOS (CS.INC)	27250	7.67	4x10+TTx10Cu	49.17	52	0.29	1.67	32
ALUMBRADO ALMACÉN	308	0.3	2x2.5+TTx2.5Cu	1.67	21	0	1.37	20
C9.AL.ALM.GAR	300	69.62	2x1.5+TTx1.5Cu	1.3	15	1.02	2.4	16
C10.EM.ALM.GAR	8	62.35	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0.02	1.4	16
CS. VENTILACION GARAJE (CS.VEN.GAR)	4255	3.5	4x6+TTx6Cu	7.68	37	0.03	1.4	25
ALUMBRADO CUARTOS ASCENSOR	210.6	0.3	2x2.5+TTx2.5Cu	1.14	21	0	1.37	20
C11.AL.ASC	300	117.58	2x1.5+TTx1.5Cu	1.3	15	1.73	3.1	16
C12.EM.ASC	24	115.75	2x1.5+TTx1.5Cu	0.1	15	0.14	1.51	16
ALUMBRADO MANTENIMIENTO	208	0.3	2x2.5+TTx2.5Cu	1.13	21	0	1.37	20
C13.AL.MAN	200	24.22	2x1.5+TTx1.5Cu	0.87	15	0.24	1.61	16
C14.EM.MAN	8	21.11	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0.01	1.38	16
CS. ASCENSORES (CS.ASC)	8125	1.5	4x10+TTx10Cu	14.66	52	0.01	1.39	32
ALUMBRADO	4312	0.3	2x6+TTx6Cu	23.43	36	0.02	1.39	25

GARAJE

C15.AL.GAR.1	910	126.33	2x4+TTx4Cu	3.96	27	2.11	3.5	20
C16.AL.GAR.2	490	64.31	2x1.5+TTx1.5Cu	2.13	15	1.55	2.93	16
C17.AL.GAR.3	770	89.4	2x2.5+TTx2.5Cu	3.35	21	2.03	3.41	20
C18.AL.GAR.4	490	86.57	2x1.5+TTx1.5Cu	2.13	15	2.08	3.47	16
C19.AL.GAR.5	1050	177.98	2x6+TTx6Cu	4.57	36	2.29	3.68	25
C20.AL.GAR.6	420	121.66	2x1.5+TTx1.5Cu	1.83	15	2.5	3.89	16
C21.EM.GAR.1	72	102.38	2x1.5+TTx1.5Cu	0.31	15	0.36	1.75	16
C22.EM.GAR.2	54	58.39	2x1.5+TTx1.5Cu	0.23	15	0.15	1.54	16
C23.EM.GAR.3	54	35.19	2x1.5+TTx1.5Cu	0.24	15	0.1	1.48	16
C24.TC.GAR	1900	18.63	2x2.5+TTx2.5Cu	10.33	21	1.07	2.44	20
C25.TC.GAR	1900	62.06	2x2.5+TTx2.5Cu	10.33	21	3.55	4.92	20
C26.TC.GAR	1900	47.79	2x2.5+TTx2.5Cu	10.33	21	2.74	4.11	20
MOTOR PUERTA GARAJE (C27.GAR)	1000	33.29	2x2.5+TTx2.5Cu	5.12	23	0.99	2.36	20
CS. SALA CALDERAS (CS.SAL.CAL)	9891	10.07	4x2.5+TTx2.5Cu	17.85	22	0.54	1.91	20
CS. SOLAR TERMICA (CS.SOL.TER)	2018	25.19	2x2.5+TTx2.5Cu	10.97	23	1.55	2.92	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
ALUMBRADO ZONAS COMUNES PLANTA SÓTANO	0.3	2x10+TTx10Cu	7.02		3419.82	0.11			
C1.AL.ZC.P-1.1	138.11	2x2.5+TTx2.5Cu	6.87	10	76.17	14.25			10;B
C2.AL.ZC.P-1.2	136.16	2x2.5+TTx2.5Cu	6.87	10	77.24	13.85			10;B
C3.AL.ZC.P-1.3	133.74	2x2.5+TTx2.5Cu	6.87	10	78.61	13.38			10;B
C4.EM.ZC.P-1	131.69	2x2.5+TTx2.5Cu	6.87	10	79.81	12.98			10;B
ALUMBRADO PASILLO INSTALACIONES	0.3	2x10+TTx10Cu	7.02		3419.82	0.11			
C5.AL.INS.1	24.46	2x1.5+TTx1.5Cu	6.87	10	246.27	0.49			10; B, C, D
C6.AL.INS.2	21.91	2x1.5+TTx1.5Cu	6.87	10	272.86	0.4			10; B, C, D
C7.AL.INS.3	23.67	2x1.5+TTx1.5Cu	6.87	10	253.94	0.46			10; B, C, D
C8.EM.INS	27.74	2x1.5+TTx1.5Cu	6.87	10	218.83	0.62			10; B, C, D
CS. INCENDIOS (CS.INC)	7.67	4x10+TTx10Cu	7.02	10	2212.22	0.42			50; B, C, D
ALUMBRADO ALMACÉN	0.3	2x2.5+TTx2.5Cu	7.02		3213.17	0.01			
C9.AL.ALM.GAR	69.62	2x1.5+TTx1.5Cu	6.45	10	90.15	3.66			10; B
C10.EM.ALM.GAR	62.35	2x1.5+TTx1.5Cu	6.45	10	100.36	2.95			10; B, C
CS. VENTILACION GARAJE (CS.VEN.GAR)	3.5	4x6+TTx6Cu	7.02	10	2431.03	0.12			16; B, C, D
ALUMBRADO CUARTOS ASCENSOR	0.3	2x2.5+TTx2.5Cu	7.02		3213.17	0.01			
C11.AL.ASC	117.58	2x1.5+TTx1.5Cu	6.45	10	53.94	10.23			10; B
C12.EM.ASC	115.75	2x1.5+TTx1.5Cu	6.45	10	54.78	9.92			10; B
ALUMBRADO MANTENIMIENTO	0.3	2x2.5+TTx2.5Cu	7.02		3213.17	0.01			
C13.AL.MAN	24.22	2x1.5+TTx1.5Cu	6.45	10	247.26	0.49			10; B, C, D
C14.EM.MAN	21.11	2x1.5+TTx1.5Cu	6.45	10	280.77	0.38			10; B, C, D
CS. ASCENSORES (CS.ASC)	1.5	4x10+TTx10Cu	7.02	10	3149.13	0.21			16; B, C, D
ALUMBRADO GARAJE	0.3	2x6+TTx6Cu	7.02	10	3371.92	0.04			25
C15.AL.GAR.1	126.33	2x4+TTx4Cu	6.77	10	131.19	12.29			10; B, C
C16.AL.GAR.2	64.31	2x1.5+TTx1.5Cu	6.77	10	97.54	3.13			10; B
C17.AL.GAR.3	89.4	2x2.5+TTx2.5Cu	6.77	10	116.34	6.11			10; B, C
C18.AL.GAR.4	86.57	2x1.5+TTx1.5Cu	6.77	10	72.95	5.59			10; B
C19.AL.GAR.5	177.98	2x6+TTx6Cu	6.77	10	139.37	24.51			10; B, C
C20.AL.GAR.6	121.66	2x1.5+TTx1.5Cu	6.77	10	52.2	10.92			10; B
C21.EM.GAR.1	102.38	2x1.5+TTx1.5Cu	6.77	10	61.87	7.77			10; B
C22.EM.GAR.2	58.39	2x1.5+TTx1.5Cu	6.77	10	107.15	2.59			10; B, C

C23.EM.GAR.3	35.19	2x1.5+TTx1.5Cu	6.77	10	174.5	0.98		10; B, C
C24.TC.GAR	18.63	2x2.5+TTx2.5Cu	7.02	10	501.64	0.33		16; B, C, D
C25.TC.GAR	62.06	2x2.5+TTx2.5Cu	7.02	10	165.65	3.01		16; B, C
C26.TC.GAR	47.79	2x2.5+TTx2.5Cu	7.02	10	212.42	1.83		16; B, C
MOTOR PUERTA GARAJE (C27.GAR)	33.29	2x2.5+TTx2.5Cu	7.02	10	297.84	1.44		16; B, C
CS. SALA CALDERAS (CS.SAL.CAL)	10.07	4x2.5+TTx2.5Cu	7.02	10	834.08	0.18		20; B, C, D
CS. SOLAR TERMICA (CS.SOL.TER)	25.19	2x2.5+TTx2.5Cu	7.02	10	384.08	0.87		16; B, C, D

SUBCUADRO INSTALACIONES INCENDIOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
GRUPO PRESIÓN (C1.INC)	6875	3.54	4x4+TTx4Cu	12.4	30	0.08	1.74	25
GRUPO PRESIÓN (C2.INC)	18750	2.36	4x10+TTx10Cu	41.01	52	0.06	1.72	32
CENTRALITA INCENDIOS (C3.INC)	3000	15.68	2x2.5+TTx2.5Cu	16.3	23	1.51	3.17	40x30

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
GRUPO PRESIÓN. (C1.INC)	3.54	4x4+TTx4Cu	4.44	4.5	1534.1	0.14			16; B, C, D
GRUPO PRESIÓN F (C2.INC)	2.36	4x10+TTx10Cu	4.44	4.5	1980.9	0.52			50; B, C, D
CENTRALITA INCENDIOS (C3.INC)	15.68	2x2.5+TTx2.5Cu	4.44	4.5	527.01	0.46			20; B, C, D

SUBCUADRO VENTILACIÓN GARAJE

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ADMISION 1 (C1.VEN)	1875	44.08	4x2.5+TTx2.5Cu	5.41	18.5	0.4	1.81	20
ADMISION 2 (C2.VEN)	937.5	25.6	4x2.5+TTx2.5Cu	2.42	18.5	0.12	1.52	20
EXPULSION 1 (C3.VEN)	812.5	75.02	4x2.5+TTx2.5Cu	1.25	18.5	0.3	1.7	20
EXPULSION 2 (C4.VEN)	1225	36.79	4x2.5+TTx2.5Cu	2.03	18.5	0.22	1.62	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
ADMISION 1 (C1.VEN)	44.08	4x2.5+TTx2.5Cu	4.88	6	222.32	1.67			16; B, C
ADMISION 2 (C2.VEN)	25.6	4x2.5+TTx2.5Cu	4.88	6	360.04	0.64			16; B, C, D
EXPULSION 1 (C3.VEN)	75.02	4x2.5+TTx2.5Cu	4.88	6	135.5	4.5			16; B
EXPULSION 2 (C4.VEN)	36.79	4x2.5+TTx2.5Cu	4.88	6	261.84	1.21			16; B, C

SUBCUADRO ASCENSORES

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ASCENSOR PRINCIPAL (C1.ASC)	3125	20.45	4x2.5+TTx2.5Cu	5.64	22	0.31	1.7	20
ASCENSOR ALA IZQUIERDA (C2.ASC)	3125	54.28	4x2.5+TTx2.5Cu	5.64	22	0.83	2.22	20
ASCENSOR ALA IZQUIERDA (C3.ASC)	3125	71.47	4x2.5+TTx2.5Cu	5.64	22	1.1	2.48	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
ASCENSOR PRINCIPAL (C1.ASC)	20.45	4x2.5+TTx2.5Cu	6.32	10	455.05	0.62			16; B, C, D
ASCENSOR ALA IZQUIERDA (C2.ASC)	54.28	4x2.5+TTx2.5Cu	6.32	10	187.02	3.65			16; B, C
ASCENSOR ALA IZQUIERDA (C3.ASC)	71.47	4x2.5+TTx2.5Cu	6.32	10	143.92	6.17			16; B

SUBCUADRO SALA DE CALDERAS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
GRUPO PRESIÓN (C1.SAL.CAL)	5625	7.93	4x2.5+TTx2.5Cu	12.81	22	0.24	2.15	20
CALDERA (C2.SAL.CAL)	2200	8.02	2x2.5+TTx2.5Cu	11.96	23	0.54	2.45	20
TC. SALA DE CALDERA (C3.TC.SAL.CAL)	1700	11.25	2x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	0.57	2.48	20
ALUMBRADO SALA CALDERA (C4.AL.SAL.CAL)	366	0.3	2x2.5+TTx2.5Cu	1.99	21	0	1.91	20
C5.EM.SAL.CAL	350	24.65	2x1.5+TTx1.5Cu	1.52	15	0.42	2.34	16
	16	4.83	2x1.5+TTx1.5Cu	0.07	15	0	1.92	16

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
GRUPO PRESIÓN (C1.SAL.CAL)	7.93	4x2.5+TTx2.5Cu	1.68	4.5	516.82	0.48			16; B, C, D
CALDERA (C2.SAL.CAL)	8.02	2x2.5+TTx2.5Cu	1.68	4.5	514.6	0.48			16; B, C, D
TC. SALA DE CALDERA (C3.TC.SAL.CAL)	11.25	2x2.5+TTx2.5Cu	1.68	4.5	445.71	0.42			16; B, C, D
ALUMBRADO SALA CALDERA (C4.AL.SAL.CAL)	0.3	2x2.5+TTx2.5Cu	1.68		815.19	0.12			
C5.EM.SAL.CAL	24.65	2x1.5+TTx1.5Cu	1.64	4.5	198.07	0.76			10; B, C
	4.83	2x1.5+TTx1.5Cu	1.64	4.5	506.6	0.12			10; B, C, D

SUBCUADRO INSTALACIONES SOLAR TÉRMICA

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
BOMBAS	750	5.12	2x2.5+TTx2.5Cu	3.84	23	0.11	3.04	20

(C1.SOL.TER)
TC. SOLAR

TÉRMICA	1100	5.71	2x2.5+TTx2.5Cu	5.98	21	0.19	3.11	20
----------------	------	------	----------------	------	----	------	------	----

(C2.TC.SOL.TER)

C3.AL.SOL.TER	160	17.18	2x1.5+TTx1.5Cu	0.7	15	0.13	3.06	16
----------------------	-----	-------	----------------	-----	----	------	------	----

C4.EM.SOL.TER	8	7.69	2x1.5+TTx1.5Cu	0.03	15	0	2.93	16
----------------------	---	------	----------------	------	----	---	------	----

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
BOMBAS (C1.SOL.TER)	5.12	2x2.5+TTx2.5Cu	0.77	4.5	324.67	1.21			16; B, C, D
TC. SOLAR TÉRMICA (C2.TC.SOL.TER)	5.71	2x2.5+TTx2.5Cu	0.77	4.5	318.98	0.81			16; B, C
C3.AL.SOL.TER	17.18	2x1.5+TTx1.5Cu	0.77	4.5	189.77	0.83			10; B, C
C4.EM.SOL.TER	7.69	2x1.5+TTx1.5Cu	0.77	4.5	263.39	0.43			10; B, C, D

1.7. Puesta a tierra

Para el cálculo de la puesta a tierra se ha tenido en cuenta que la resistividad del terreno es de 300 Ω m.

De tal manera, que el electrodo de puesta a tierra del edificio, estará constituido como mínimo con los siguientes elementos:

- Conductor de cobre desnudo con una sección de 33 mm², el cual, dispondrá como mínimo de una longitud de 30 metros.
- Picas de acero recubierto de cobre de 14 mm, se tendrá un total de 8 picas de 2 metros de longitud cada una de ella.
- Placa enterrada de cobre con un espesor de 2 mm y 3 metros de lado.

Con lo establecido anteriormente, se tendrá una resistencia de tierra de 20 Ω .

Los conductores de protección, se han calculado adecuadamente siguiendo la ITC-BT-18.

Anexo 2: Cálculos justificativos centro de transformación

2.1. Intensidad de media tensión

Para este cálculo, se elige el caso más desfavorable, de tal manera, que se supone que el transformador trabajara a máxima potencia, en este caso, a 400 kVA. Por lo tanto, su intensidad nominal en el primario del transformador trifásico será:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{400 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 15 \text{ kV}} = 15,396 \text{ A}$$

Donde:

I_p : intensidad en el primario (A).

P : potencia del transformador (kVA).

U_p : tensión en el primario (kV).

2.2. Intensidad de baja tensión

Para este cálculo se tiene en cuenta que únicamente se tiene un transformador con una potencia de 400 kVA, y que la tensión en el secundario en vacío es de 420 V. por lo tanto, su intensidad nominal en el secundario del transformador trifásico será:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} = \frac{400 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 0,42 \text{ kV}} = 549,857 \text{ A}$$

Donde:

I_s : intensidad en el primario (A).

P : potencia del transformador (kVA).

U_s : tensión en el primario (kV).

2.3. Corrientes de cortocircuitos

Para este cálculo de las intensidades originadas por un cortocircuito, se tiene en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de media tensión, la cual es de 350 MVA, dicho valor ha sido especificado por la compañía eléctrica.

2.3.1. Corriente de cortocircuito en el lado de media tensión

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en el lado de media tensión, se emplea la siguiente fórmula:

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

Donde:

I_{ccp} : corriente de cortocircuito en el primario (kA).

S_{cc} : potencia de cortocircuito de la red de media tensión (MVA).

U_p : tensión de servicio (kV).

Sustituyendo en la fórmula anterior nos queda que la corriente de cortocircuito en el primario es:

$$I_{ccp} = 13,472 \text{ kA.}$$

2.3.2. Corriente de corriente en el lado de baja tensión

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión, se emplea la siguiente fórmula:

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

Donde:

I_{ccs} : corriente de cortocircuito en el secundario (kA).

E_{cc} : tensión de cortocircuito del transformador (%) (*Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las condiciones reales).

U_s : tensión en el secundario (V).

P : potencia del transformador (kVA).

Siendo un único transformador del que se dispone, la potencia es de 400 kVA, de tal manera, que la tensión porcentual del cortocircuito es del 4%, y siendo la tensión del secundario en vacío de 420 V. Sustituyendo en la fórmula anterior nos queda que la corriente de cortocircuito en el secundario es:

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

2.4. Dimensionado del embarrado

Este apartado no es necesario la realización de cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de las celdas, debido a que se han escogido celdas prefabricadas de la marca Ormazábal, las cuales, han sido sometidas a diferentes ensayos para certificar los valores indicados en las placas características.

2.5. Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor.

Se realiza mediante cálculos teóricos y mediante la realización de un ensayo de intensidad nominal, que, con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considera que es la intensidad de bucle, que en el caso que se está comprobando es de 400 A.

2.6. Comprobación por sollicitación electrodinámica

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

$$I_{cc(din)} = I_{ccp} \cdot 2,5 = 13,472 \text{ kA} \cdot 2,5 = \mathbf{33,68 \text{ kA}}$$

2.7. Comprobación por sollicitación térmica

Tiene por objeto la comprobación de que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito.

Se puede realizar mediante la realización de cálculos teóricos, aunque preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa vigente en el momento.

De tal manera, que, en este caso, la intensidad que se ha considerado en la intensidad eficaz de cortocircuito, siendo:

$$I_{cc(ter)} = \mathbf{13,472 \text{ kA}}$$

2.8. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores se encuentran tanto en media tensión como en baja tensión, dicha protección la efectúan:

- En media tensión, las celdas asociadas a dichos transformadores.
- En baja tensión, dicha protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

2.9. Dimensionado de los puentes de media tensión

Dichos cables deberán de ser capaces de soportar los parámetros de la red.

La intensidad nominal demandada por el único transformador es de 15,396 A, dicha intensidad es inferior al valor máximo admisible por el cable empleado.

De tal manera, que el valor máximo admisible para un cable de sección de 95 mm² de Aluminio es de 235 A, según el fabricante.

2.10. Dimensionado de la ventilación del centro de transformación

El centro de transformación ha sido homologado según los protocolos de laboratorio Labein, siguiendo las siguientes normas:

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

2.11. Dimensionado del pozo apagafuegos

Se va a disponer de un foso de recogida de aceite de 600 litros de capacidad por cada transformador, el cual, estará cubierto de grava para absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de incendio.

2.12. Cálculo de la instalación de puesta a tierra

2.12.1. Características del suelo

Según el Reglamento de Alta Tensión, para instalaciones de tercera categoría y con una corriente de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA, no será imprescindible realizar una investigación previa de la resistividad del suelo, de tal manera, que, mediante la realización de un examen visual del terreno, de tal manera, que se pudiera estimar dicha resistividad.

Por lo tanto, se determina que la resistividad media del terreno del emplazamiento de centro de transformación es de 300 Ωm .

2.12.2. Corrientes máximas de puesta a tierra

En las instalaciones de media tensión de tercera categoría como es la proyectada, los parámetros que determinan los cálculos de las faltas a tierra son las siguientes:

- De la red:
- ✓ Tipo de neutro: el neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencia o impedancias. De tal manera, que se producirá una limitación de la corriente de falta, en función de las longitudes de las líneas o de los valores de las impedancias en cada caso.
- ✓ Tipo de protecciones: cuando se produce un defecto, este se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte, el cual, actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, puede existir reenganches posteriores al primer disparo, que solo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

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

Para el cálculo de la intensidad máxima de defecto se emplea la siguiente fórmula:

$$I_{dmaxcal} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot \omega(C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)$$

Donde:

$I_{d\ max\ cal}$: intensidad máxima calculada (A).

U_n : tensión de servicio (kV).

L_a : longitud de las líneas aéreas (km).

L_c : longitud de las líneas subterráneas (km).

C_a : capacidad de las líneas aéreas (0,006 mF/km).

C_c : capacidad de las líneas subterráneas (0,25 mF/km).

Sustituyendo en la formula anterior, queda:

$$I_{d\ max\ cal} = 20,898\ A$$
$$\geq 10\ A\ (\text{valor establecido por la compañía eléctrica})$$

2.12.3. Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra, está basado en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del centro de transformación, según el método de cálculo desarrollado por dicho organismo.

2.12.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 15\ kV$.

Puesta a tierra del neutro:

- Longitud de líneas aéreas: $L_a = 10\ km$.
- Longitud de líneas subterráneas: $L_c = 10\ km$.
- Limitación de la intensidad a tierra: $I_{ad} = 10\ A$.

Nivel de aislamiento de las instalaciones de baja tensión: $V_{bt} = 8000\ V$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra: $R_0 = 275\ \Omega m$.
- Resistencia del hormigón: $R'_0 = 3000\ \Omega$.

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad de defecto, se comprueban de la siguiente manera:

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

Donde:

I_d : intensidad de falta a tierra (A).

R_t : resistencia total de puesta a tierra (Ω).

V_{bt} : tensión de aislamiento en baja tensión (V).

Para el cálculo de la intensidad de defecto se emplea la siguiente formula:

$$I_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

Donde:

U_n : tensión de servicio (V).

ω : pulsación del sistema ($\omega=2\pi f$).

C_a : capacidad de las líneas aéreas (0,006 mF/km).

L_a : longitud de las líneas aéreas (km).

C_c : capacidad de las líneas subterráneas (0,25 mF/km).

L_c : longitud de las líneas subterráneas (km).

R_t : resistencia total de puesta a tierra (Ω).

I_d : intensidad de falta a tierra (A).

Sustituyendo en la formula anterior, nos queda que intensidad de defecto es:

$$I_d = 8,003 A$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar es:

$$R_t = 999,6251 \Omega$$

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

Para el valor unitario de la resistencia de puesta a tierra del electrodo, se tiene que tener en cuenta:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_0}$$

Donde:



R_t : resistencia total de puesta a tierra (Ω).

R_0 : resistividad del terreno (Ωm).

K_r : coeficiente del electrodo.

Centro de seccionamiento

Para el caso proyectado, y según los valores que se han descrito anteriormente, se tiene un $K_r \leq 3,635$.

De tal manera, que la configuración más adecuada para el caso proyectado es la siguiente:

- Configuración seleccionada: 25-25/5/42.
- Geometría del sistema: anillo rectangular.
- Distancia de la red: 2,5x2,5 m.
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m.
- Numero de picas: 4 picas.
- Longitud de las picas: 2 metros.

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia: $K_r = 0,121$.
- De la tensión de paso: $K_p = 0,0291$.
- De la tensión de contacto: $K_c = 0,0633$.

Centro de transformación

Para el caso proyectado, y según los valores que se han descrito anteriormente, se tiene un $K_r \leq 3,635$.

De tal manera, que la configuración más adecuada para el caso proyectado es la siguiente:

- Configuración seleccionada: 50-25/5/45.
- Geometría del sistema: anillo rectangular.
- Distancia de la red: 5x2,5 m.
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m.
- Numero de picas: 4 picas.
- Longitud de las picas: 2 metros.

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia: $K_r = 0,097$.

- De la tensión de paso: $K_p = 0,0221$.
- De la tensión de contacto: $K_c = 0,0483$.

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se van a adoptar las siguientes medidas:

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

Alrededor del edificio de maniobra exterior se colocará una acera perimetral de 1 m de ancho con un espesor suficiente para evitar tensiones de contacto cuando se maniobran los equipos desde el exterior.

De tal manera, que el valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_0$$

Donde:

K_r : coeficiente del electrodo.

R_0 : resistividad del terreno (Ωm).

R'_t : resistencia total de puesta a tierra (Ω).

De tal manera, que para el centro de seccionamiento se tendrá:

$$R'_t = 33,275 \Omega$$

Y la intensidad de defecto real será:

$$I'_d = 10 A$$

De tal manera, que para el centro de transformación se tendrá:

$$R'_t = 26,675 \Omega$$

Y la intensidad de defecto real será:

$$I'_d = 10 \text{ A}$$

2.13. Cálculo de las tensiones de paso

2.13.1. Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

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

En los edificios de maniobra exterior no existen posibles tensiones de paso en el interior, ya que no se puede acceder al interior de los mismos.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, es necesario una acera perimetral, en la cual no se precisa el cálculo de las tensiones de paso y de contacto desde esta acera con el interior, ya que estas son prácticamente nulas. Se considera que la acera perimetral es parte del edificio.

Para el cálculo de la tensión de defecto se empleará la siguiente fórmula:

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

Donde:

V'_d : tensión de defecto (V).

R'_t : resistencia total de puesta a tierra (Ω m).

I'_d : intensidad de defecto (A).

De tal manera, que para el centro de seccionamiento será:

$$V'_d = 332,75 \text{ V}$$

De tal manera, que para el centro de transformación será:

$$V'_d = 132 \text{ V}$$

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

$$V'_c = K_c \cdot R_0 \cdot I'_d$$

Donde:

V'_c : tensión de paso en el acceso (V).

K_c : coeficiente del electrodo.

R_0 : resistividad del terreno (Ωm).

I'_d : intensidad de defecto (A).

De tal manera, que en el centro de seccionamiento será:

$$V'_c = 174,075 V$$

De tal manera, que en el centro de transformación será:

$$V'_c = 132 V$$

2.13.2. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

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

Para el cálculo de la tensión de defecto se empleará la siguiente formula:

$$V'_p = K_p \cdot R_0 \cdot I'_d$$

Donde:

V'_p : tensión de paso en el exterior (V).

K_p : coeficiente del electrodo.

R_0 : resistividad del terreno (Ωm).

I'_d : intensidad de defecto (A).

De tal manera, que en el centro de seccionamiento será:

$$V'_p = 80,025 V$$

De tal manera, que en el centro de transformación será:

$$V'_p = 60,775 V$$

2.14. Cálculo de las tensiones aplicadas

2.14.1. Centro de seccionamiento

Los valores admisibles son, para una duración total de falta igual a $t = 7$ segundos.

Para el cálculo de la tensión de paso en el exterior se emplea la siguiente fórmula:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_0}{1000} \right]$$

Donde:

U_p : tensión de paso en el exterior (V).

U_{ca} : valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta.

R_0 : resistividad del terreno (Ωm).

R_{a1} : resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. (Ω).

Sustituyendo en la fórmula anterior, queda:

$$U_p = 7115,5 V$$

Para el cálculo de la tensión de paso de acceso al edificio, se emplea la siguiente fórmula:

$$U_{pacc} = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot R_0 + 3 \cdot R'_0}{1000} \right]$$

Donde:

U_{pacc} : tensión de paso de acceso al edificio (V).

U_{ca} : valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta.

R_0 : resistividad del terreno (Ωm).

R'_0 : resistividad del hormigón (Ωm).

R_{a1} : resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. (Ω).

Sustituyendo en la fórmula anterior queda:

$$U_{pacc} = 15862,75 V$$

Con los cálculos anteriormente realizados, se procede a la comprobación de que los valores calculados son inferiores a los valores admisibles, de tal manera que:

- Tensión de paso en el exterior del centro de transformación:

$$U'_p = 80,025 V < U_p = 7115,5 V$$

- Tensión de paso en el acceso en el centro de transformación:

$$U'_{pacc} = 174,075 V < U_{pacc} = 15862,75 V$$

- Tensión de defecto:

$$U'_d = 332,75 V < U_{bt} = 8000 V$$

- Intensidad de defecto:

$$I_a = 5 A < I_d = 10 A < I_{dm} = 10 A$$

2.14.2. Centro de transformación

Los valores admisibles son, para una duración total de falta igual a $t = 7$ segundos.

Para el cálculo de la tensión de paso en el exterior se emplea la siguiente fórmula:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_0}{1000} \right]$$

Donde:

U_p : tensión de paso en el exterior (V).

U_{ca} : valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta.

R_0 : resistividad del terreno (Ωm).

R_{a1} : resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. (Ω).

Sustituyendo en la fórmula anterior, queda:

$$U_p = 7115,5 V$$

Para el cálculo de la tensión de paso de acceso al edificio, se emplea la siguiente formula:

$$U_{pacc} = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot R_0 + 3 \cdot R'_0}{1000} \right]$$

U_{pacc} : tensión de paso de acceso al edificio (V).

U_{ca} : valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta.

R_0 : resistividad del terreno (Ωm).

R'_0 : resistividad del hormigón (Ωm).

R_{a1} : resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. (Ω).

Sustituyendo en la formula anterior queda:

$$U_{pacc} = 15862 V$$

Con los cálculos anteriormente realizados, se procede a la comprobación de que los valores calculados son inferiores a los valores admisibles, de tal manera que:

➤ Tensión de paso en el exterior del centro de transformación:

$$U'_p = 60,775 V < U_p = 7115,5 V$$

➤ Tensión de paso en el acceso en el centro de transformación:

$$U'_{pacc} = 132 V < U_{pacc} = 15862 V$$

➤ Tensión de defecto:

$$U'_d = 266,75 V < U_{bt} = 8000 V$$

➤ Intensidad de defecto:

$$I_a = 5 A < I_d = 10 A < I_{dm} = 10 A$$

2.15. Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más



próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso, no se separan las tierras de protección y de servicio al ser la tensión de defecto inferior a los 1000 V indicados.

En el centro de seccionamiento no existe ninguna tierra de servicios luego no existirá ninguna transferencia de tensiones.



Anexo 3: Cálculos y justificación sistema de captación solar térmica

3.1. Objetivos

El presente anexo tiene por objeto el diseño de la instalación de agua caliente sanitaria, mediante el empleo de un sistema de energía solar térmica.

3.2. Cálculos

3.2.1. Descripción del edificio

Se trata de un edificio con tres niveles de altura ubicado entre la Avenida de Don juna de Borbón y Battemberg, y la Carretera Palazuelos, al lado del Centro Privado de Enseñanza de Segovia situado en la Carretera de Palazuelos nº6, en el término municipal de Segovia (ver planos adjuntos).

Las coordenadas geográficas del edificio son:

- Latitud: 40° 56' 24'' N
- Longitud: 4° 7' 12'' O

El sistema se ha dimensionado con un total de 7 baterías de captadores, con 4 captadores por batería.

Las 7 baterías de captadores tienen una orientación sur (180°).

3.2.2. Circuito hidráulico

3.2.2.1. Condiciones climáticas

Mes	Radiación global (MJ/m ²)	Temperatura ambiente diaria (°C)	Temperatura de red (°C)
Enero	7,20	4	6
Febrero	10,44	5	7
Marzo	15,55	7	8
Abril	18,94	9	10
Mayo	21,92	13	12
Junio	26,28	18	15
Julio	27,72	22	18
Agosto	24,01	21	18

Septiembre	18,54	18	15
Octubre	11,84	12	12
Noviembre	7,78	7	8
Diciembre	6,19	4	6

Tabla 96. Condiciones climáticas de Segovia.

3.2.2.2. Condiciones de uso

Para la instalación se ha definido un consumo diario medio de 3000 litros con una temperatura de consumo de referencia de 60 °C.

De tal manera, que, a partir de los datos mostrados en los apartados anteriores, se ha podido calcular la demanda energética para cada mes, como se muestra en la siguiente tabla:

Mes	Ocupación (%)	Consumo (m ³)	Temperatura de red (°C)	Salto térmico (°C)	Demanda (MJ)
Enero	100	93.0	6	54	20669.23
Febrero	100	84.0	7	53	18323.22
Marzo	100	93.0	8	52	19903.61
Abril	100	90.0	10	50	18521.86
Mayo	100	93.0	12	48	18373.63
Junio	100	90.0	15	45	16669.55
Julio	100	93.0	18	42	16076.77
Agosto	100	93.0	18	42	16076.77
Septiembre	100	90.0	15	45	16669.55
Octubre	100	93.0	12	48	18372.37
Noviembre	100	90.0	8	52	19261.56
Diciembre	100	93.0	6	54	20669.23

Tabla 97. Demanda energética necesaria mensual.

La descripción de los valores mostrados en la tabla anterior, para cada una de las columnas, es la siguiente:

- Ocupación: es la estimación del porcentaje mensual de ocupación.
- Consumo: para este cálculo se emplea la fórmula que se muestra a continuación:

$$C = \frac{\%Ocup}{100} \cdot N_{mes}(dias) \cdot Q_{acs}(m^3/dia)$$

- Temperatura de red: es la temperatura de suministro de agua, se trata de un valor mensual en °C.

- Demanda térmica: expresa la demanda energética necesaria para cubrir el consumo necesario de agua caliente, para este cálculo, se emplea la siguiente fórmula:

$$Q_{acs} = \rho \cdot C \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Donde:

Q_{acs} : Demanda de agua caliente (MJ).

ρ : densidad volumétrica del agua (kg/m^3).

C : consumo (m^3).

C_p : calor específico del agua ($\text{MJ}/\text{kg}^\circ\text{C}$).

ΔT : salto térmico ($^\circ\text{C}$)

3.2.3. Determinación de la radiación

Para la obtención de la radiación solar efectiva que incide sobre los captadores solares, se ha tenido en cuenta los parámetros:

- Orientación: Sur (180°).
- Inclinación: 60° .

Debido a que el edificio del proyecto no dispone de edificios al lado con mayor altura de la que tiene dicho edificio, no se prevén sombras proyectadas sobre los captadores.

3.2.4. Dimensionamiento de la superficie de captación

Para el dimensionamiento de la superficie de captación se ha empleado el método de las curvas 'f' (F-Chart), el cual, permite realizar el cálculo de la cobertura solar y del rendimiento medio para periodos de cálculo mensuales y anuales.

Se asume un volumen de acumulación equivalente, de forma aproximada, a la carga de consumo diario promedio. La superficie de captación se dimensiona para conseguir una fracción solar anual superior al 60%, tal como se indica en el apartado 3.1, "Contribución renovable mínima para ACS y/o climatización de piscina" de la sección HE 4 del DB HE CTE.

El valor resultante para la superficie de captación es de $65,80 \text{ m}^2$, y para el volumen de captación de 6000 litros.

De tal manera, que se pueden obtener los resultados obtenidos en la siguiente tabla:

Mes	Radiación global (MJ/m ²)	Temperatura ambiente diaria (°C)	Demanda (MJ)	Energía auxiliar (MJ)	Fracción solar (%)
Enero	7.20	4	20669.23	12339.7	40
Febrero	10.44	5	18323.22	8311.13	55
Marzo	15.55	7	19903.61	5881.08	70
Abril	18.94	9	18521.86	4943.46	73
Mayo	21.92	13	18373.63	4596.21	75
Junio	26.28	18	16669.55	2449.07	85
Julio	27.72	22	16076.77	715.75	96
Agosto	24.01	21	16076.77	530.25	97
Septiembre	18.54	18	16669.55	1376.33	92
Octubre	11.84	12	18372.37	5140.69	72
Noviembre	7.78	7	19261.56	9444.68	51
Diciembre	6.19	4	20669.23	12950.61	37

Tabla 98. Resultados obtenidos con el sistema captación elegido.

3.2.5. Cálculo de la cobertura solar

La energía producida no supera, en ningún mes, el 110% de la demanda de consumo, y no hay una demanda superior al 100% para tres meses consecutivos.

La cobertura solar anual que se consigue con el sistema que se ha dimensionado es igual al 69%.

3.2.6. Selección de la configuración básica

La instalación consta de un circuito primario cerrado con un sistema de circulación forzada, el cual, está dotado de un sistema de captación con una superficie total de captación de 66 m², y de un intercambiador de placas y un acumulador colectivo. Además, la instalación se ha previsto con el apoyo de un sistema auxiliar de gas natural.

3.2.7. Selección del fluido caloportador

La temperatura histórica en la zona es de -17 °C, de tal manera, que la instalación debe estar preparada para soportar sin congelación una temperatura de -22 °C (5°C menos que la temperatura mínima histórica). Para ello, el porcentaje en peso de anticongelante será de 38% con un calor específico de 3,498 KJ/kgK, y una viscosidad de 3,9344 mPas a una temperatura de 60 °C.

3.2.8. Diseño del sistema de captación

El sistema de captación estará formado por elementos del tipo auroTHERM VFK 125 de la marca Vaillant, cuya curva de rendimiento INTA es la siguiente:

$$\eta = \eta_0 - a_1 \left(\frac{t^e - t^a}{I} \right)$$

Donde:

η_0 : factor óptico (0,75).

a_1 : coeficiente de pérdida (4,41).

t^e : temperatura media (°C).

t^a : temperatura ambiente (°C).

I : irradiancia solar (W/m²).

La superficie de apertura de cada captador es de 2,35 m².

La disposición del sistema de captación queda completamente definida en el anexo planos del proyecto.

3.2.9. Diseño del sistema intercambiador-acumulador

El volumen de acumulación ha sido seleccionado, de tal manera, que se cumpla la siguiente condición:

$$50 < \frac{V}{A} < 180$$

Donde:

A : suma de las áreas de los captadores.

V : volumen de acumulación expresada en litros.

El intercambiador de placas que se ha empleado dispone de las siguientes características:

- Material: Acero inoxidable AISI 316.
- Potencia: 42 kW.
- Presión máxima de trabajo: 6 bares.
- Temperatura máxima: 100 °C.

El modelo de acumulador o depósito de inercia que se empleará será un depósito de la marca Lapesa modelo Master inercia MV-6000-IB, el cual tiene las siguientes características:

- Compatible con sistemas centralizados de energía solar térmica.
- Capacidad: 6000 litros.
- Presión máxima de trabajo: 6 bar.
- Temperatura máxima de trabajo: 110 °C.
- Aislamiento térmico: PU rígido inyectado en molde (libre de CFC/HCFC, 0,025 W/m⁰k)
- Instalación vertical u horizontal.
- Diámetro exterior: 1910 mm.
- Altura: 3210 mm.
- Diagonal: 3735 mm.

De tal manera, que la relación entre la superficie útil de intercambio del intercambiador incorporado y la superficie total de captación es superior a 0,15 e inferior o igual a 1.

3.2.10. Diseño del circuito hidráulico

3.2.10.1. Cálculo del diámetro de las tuberías

Las tuberías que se emplearán en el circuito primario, serán tuberías de cobre. Mientras que para el circuito secundario se emplearan tuberías de polietileno reticulado (Pe-X).

El diámetro de las tuberías se selecciona de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s.

El dimensionamiento de las tuberías se realiza de forma que la pérdida de carga unitaria en las misma nunca sea superior a 40 mmca/m.

3.2.10.2. Cálculo de las pérdidas de carga de la instalación

Es necesaria la determinación de las pérdidas de cargas en los siguientes componentes de la instalación:

- Captadores.
- Tuberías (tanto montantes como derivaciones a las baterías de captadores del circuito primario).
- Intercambiador.

Para dicho cálculo se emplean las siguientes formulas:

- Para el cálculo de la pérdida de carga, ΔP , en las tuberías, se utiliza la formulación de Darcy-Weisbach:

$$\Delta P = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9,81}$$

Donde:

ΔP : pérdida de carga (mca).

λ : coeficiente de fricción

L : longitud de la tubería (m).

D : diámetro de la tubería (m).

v : velocidad del fluido (m/s).

Para calcular las pérdidas de carga, se le suma a la longitud real de la tubería la longitud equivalente correspondiente a las singularidades del circuito (codos, té, válvulas, etc.). esta longitud equivalente corresponde a la longitud de tubería que provocaría una pérdida de carga igual a la producida por dichas singularidades.

De forma aproximada, la longitud equivalente se calcula como un porcentaje de la longitud real de la tubería. En nuestro caso, se ha asumido un porcentaje igual al 15%.

- El coeficiente de fricción, λ , depende del número de Reynolds.
- Para el cálculo del número de Reynolds (R_e), se emplea la siguiente fórmula:

$$R_e = \frac{(\rho \cdot v \cdot D)}{\mu}$$

Donde:

R_e : valor del número de Reynolds (adimensional).

ρ : 1000 kg/m³.

v : velocidad del fluido (m/s).

D : diámetro de la tubería (m).

μ : viscosidad del agua (0,001 poises a 20 °C).

- Para el cálculo del coeficiente de fricción, λ , con un valor de R_e comprendido entre 3000 y 10⁵, el caso más frecuente de las instalaciones de captación solar, se emplea la siguiente fórmula:

$$\lambda = \frac{0,32}{R_e^{0,25}}$$

- Como los cálculos se han realizado suponiendo que el fluido circulante es agua a una temperatura de 60 °C, y con una viscosidad de 3,9344 mPa·s, los valores de la pérdida de carga se tienen que multiplicar por el siguiente factor de corrección:

$$factor = \sqrt[4]{\frac{\mu_{FC}}{\mu_{agua}}}$$

3.2.10.3. Bomba de circulación

La bomba de circulación que es necesaria en el circuito primario se dimensiona para una presión igual a las pérdidas totales del circuito (tuberías, captadores e intercambiador). El caudal de circulación tiene un valor de 3950 l/h.

Para el cálculo de la pérdida de presión en el conjunto de captación se emplea la siguiente fórmula:

$$\Delta P_T = \frac{\Delta P \cdot N \cdot (N + 1)}{4}$$

Donde:

ΔP_T : pérdida de presión en el conjunto de captación.

ΔP : pérdida de presión para un captador.

N : número total de captadores.

De tal manera, que los valores para la pérdida de carga total en el circuito primario y para la potencia de la bomba de circulación, son las siguientes:

- Pérdida de presión total: 40808 Pa.
- Potencia de la bomba de circulación: 0,07 kW.

Para el cálculo de la potencia de cada bomba de circulación se emplea la siguiente fórmula:

$$P = C \cdot \Delta p$$

Donde:

P : potencia eléctrica (kW).

C : caudal (l/s).

Δp : pérdida total de presión de la instalación (Pa).

De tal manera, que en esta instalación se empleara una bomba de rotor húmedo montada en línea para el circuito primario.

La bomba de circulación que es necesaria en el circuito secundario se dimensiona para una presión igual a las pérdidas totales del circuito (tuberías e intercambiador). El caudal de circulación tiene un valor de 3950 l/h.

De tal manera, que los valores para la pérdida de carga total en el circuito secundario y para la potencia de la bomba de circulación, son las siguientes:

- Pérdida de presión total: 24334 Pa.
- Potencia de la bomba de circulación: 0,07 kW.

De tal manera, que en esta instalación se empleara una bomba de rotor húmedo montada en línea para el circuito secundario.

3.2.10.4. Vaso de expansión

El valor teórico del coeficiente de expansión térmica, calculado según la norma UNE 100155, es de 0,079. El vaso de expansión que se ha seleccionado tiene una capacidad de 35 litros.

Para el cálculo del volumen necesario se ha empleado la siguiente fórmula:

$$V_t = V \cdot C_e \cdot C_p$$

Donde:

V_t : volumen útil necesario (l).

V : volumen total de fluido de trabajo en el circuito (l).

C_e : coeficiente de expansión del fluido.

C_p : coeficiente de presión.

De tal manera, que el cálculo del volumen total de fluido para cada conjunto de captación en el circuito primario es el siguiente:

- Volumen tuberías: 212,30 litros.
- Volúmenes captadores: 32,20 litros.
- Volúmenes intercambiadores: 1 litro.
- Total: 251,10 litros.

Con los valores de la temperatura mínima (-17°C) y máxima (140°C), y el valor del porcentaje de glicol etilénico en agua (38%), se obtiene un valor de C_e

igual a 0,079. Para el cálculo de este parámetro se ha empleado la siguiente fórmula:

$$C_e = fc \cdot (-9,5 + 1,2t) \cdot 10^{-3}$$

Donde:

fc: factor de correlación debido al porcentaje de glicol etilénico.

t: temperatura máxima en el circuito.

El factor “*fc*” se calcula mediante el empleo de la siguiente fórmula:

$$fc = a \cdot (1,8t + 32)^b$$

Donde:

$$a = -0,0134 \cdot (G^2 - 143,8G + 1918,2) = 28,05$$

$$b = 0,00035 \cdot (G^2 - 94,57G + 500) = -0,58$$

G: porcentaje de glicol etilénico en agua (38%).

El coeficiente de presión (C_p), se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$C_p = \frac{P_{max}}{P_{max} - P_{min}}$$

Donde:

P_{max} : presión máxima en el vaso de expansión.

P_{min} : presión mínima en el vaso de expansión.

El punto de mínima presión de la instalación corresponde a los captadores solares, debido a que se encuentran a la cota máxima. Para evitar la entrada de aire, se considera una presión mínima aceptable de 1,5 bares.

La presión mínima del vaso debe ser ligeramente inferior a la presión de tarado de la válvula de seguridad (aproximadamente 0,9 veces). Por otro lado, el componente crítico respecto a la presión es el captador solar, cuya presión máxima es de 3 bares (sin incorporar el kit de fijación especial).

A partir de los valores de las presiones máxima y mínima, se realiza el cálculo del coeficiente de presión (C_p), de tal manera, que queda un valor para dicha instalación de 1,3.

3.2.10.5. Purgadores y desaireadores

El sistema de purga estará situado en la batería de captadores, de tal manera, que se asume un volumen total de 100 cm³.

3.2.11. Sistema de regulación y control

El sistema de regulación y control tiene como finalidad la actuación sobre el régimen de funcionamiento de las bombas de circulación, la activación y desactivación del sistema antiheladas, así como el control de la temperatura máxima en el acumulador.

El sistema de control que se empleará será una centralita de control de la marca Vaillant modelo auroMATIC 560.

3.2.12. Calcula de la separación entre filas de captadores

La separación entre filas de captadores debe ser igual o mayor que el valor obtenido empleando la siguiente expresión:

$$d = k \cdot h$$

Donde:

d: separación entre las filas de captadores (m).

h: altura del captador (m).

De tal manera, que en la siguiente tabla se pueden observar el valor del coeficiente “k” para las diferentes latitudes con orientación optima:

Latitud (°)	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Coeficiente k	0.74	0.89	1.06	1.26	1.52	1.85	2.31	3.01	4.2

Tabla 99. Valor del coeficiente de separación entre las filas de captadores (k).

Por lo tanto, la separación mínima entre baterías de captadores será de 4,26 m (para un valor del coeficiente “k” de 2,42, el cual, se obtiene mediante interpolación).

3.2.13. Aislamiento

El aislamiento térmico del circuito primaria se realizará mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. Se tendrá un espesor del aislamiento de 30 mm en las tuberías exteriores y de 20 mm en las interiores.



Anexo 4: Diseño y cálculo de la instalación de suministro de agua

4.1. Objetivo

El presente anexo tiene por objeto el diseño de suministro de agua de la residencia de estudiantes proyectada. De tal manera, que se especificara todos y cada uno de los elementos que componen la instalación de suministro de agua, así como justificar, mediante los correspondientes cálculos, el cumplimiento del CTE DB HS4.

4.2. Legislación y normativa vigente

La normativa aplicada ha sido la siguiente:

- Documento Básico HS 4 del Código Técnico de la Edificación (CTE DB HE 4). Suministro de agua.
- Norma UNE 149201:2017. Abastecimiento de agua. Dimensionado de las instalaciones de agua para consumo humano dentro de los edificios.
- Norma UNE 100156:1989. Climatizadores. Dilatadores. Criterios de diseño.
- Norma UNE EN 12108:2002. Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano.
- Norma UNE EN 12201-2:2012. Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos.
- Norma UNE EN ISO 15874-2:2013. Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polipropileno (PP). Parte 2: Tubos.
- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE).

4.3. Descripción de la instalación

4.3.1. Acometida

Se tratara de una acometida enterrada para abastecimiento de agua de 2,2 metros de longitud, la cual, une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general del edificio, continuara en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no

registrables, formada por tubo de polietileno PE 100, de 50 mm de diámetro exterior, PN = 10 atm y 3 mm de espesor, colocada sobre lecho de arena de 15 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada; se dispondrá de un collarín de toma en carga colocado sobre la red general de distribución, el cual, sirve de enlace entre la acometida y la red, también dispondrá de llave de corte de esfera de diámetro con mando de cuadrado colocado mediante unión, la cual, estará situada junto a la edificación, fuera de los límites de la propiedad, alojada en una arqueta prefabricada de polipropileno de 40x40x40 cm, dicha arqueta, se colocara sobre una solera de hormigón en masa de HM-20/P/20/X0 de 15 cm de espesor.

4.3.2. Tubos de alimentación

La instalación de alimentación de agua potable dispondrá de una longitud de 3,31 metros de longitud, colocada superficialmente y fijada al paramento, la cual, estará formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 50 mm de diámetro exterior y 4,6 mm de espesor.

4.3.3. Instalaciones particulares

La tubería para la instalación interior, ira colocada superficialmente y fijada al paramento, estará formada por tubo de polietileno reticulado (Pe - X), para los siguientes diámetros:

- 16 mm (7,92 m).
- 20 mm (20,91).
- 25 mm (18,67 m).
- 40 mm (22,59 m).
- 50 mm (23,57 m).

Todo lo anteriormente descrito se trata para el circuito más desfavorable de la instalación, todo ello se podrá observar en el anexo de planos de dicha instalación.

4.4. Cálculos

4.4.1. Bases de calculo

4.4.1.1. Redes de distribución

4.4.1.1.1. Condiciones mínimas de suministro

Tipo de aparato	Q _{min} AF (l/s)	Q _{min} A.C.S. (l/s)	P _{min} (m.c.a.)
Ducha	0.20	0.100	10
Inodoro con cisterna	0.10	-	10
Lavabo	0.10	0.065	10
Urinario con grifo temporizado	0.15	-	15
Lavavajillas industrial	0.25	0.200	10
Fregadero industrial	0.30	0.200	10
Lavadora industrial	0.60	0.400	10

Abreviaturas utilizadas:
Q_{min} AF: caudal instantáneo mínimo de agua fría.
Q_{min} A.C.S.: caudal instantáneo mínimo de A.C.S.
P_{min}: presión mínima.

Tabla 100. Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo.

La presión en cualquier punto de consumo no será superior a 50 mca.

La temperatura de ACS en los puntos de consumo estará comprendida entre 50 °C y 65 °C, excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que estas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

4.4.1.1.2. Tramos

El cálculo se ha realizado con un primer dimensionado, en el cual, se ha seleccionado en tramo más desfavorable de la misma, y se han obtenido unos diámetros previos que, posteriormente se han comprobado en función de la pérdida de carga obtenida con los mismos, para ello se han empleado la siguiente formulas:

➤ Factor de fricción

$$\lambda = 0,25 \cdot \left[\log \left(\frac{\varepsilon}{3,7D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^{-2}$$

Donde:

ε : rugosidad absoluta.

D : diámetro (mm).

Re : número de Reynolds.

➤ Perdidas de carga

$$J = f(Re, \varepsilon_r) \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

Re : número de Reynolds.

ε_r : rugosidad relativa.

L : longitud (m).

D : diámetro (m).

v : velocidad (m/s)

g : aceleración de la gravedad (m/s²).

Este dimensionado se ha realizado teniendo en cuenta las peculiaridades de la instalación y los diámetros obtenidos, los cuales, son los mínimos que hacen compatible el buen funcionamiento y la economía de la misma.

El dimensionado de la red se ha realizado a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello, se ha partido del circuito más desfavorable, debido, a que es el que cuenta con la mayor pérdida de presión, la cual, es debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se ha realizado de acuerdo al procedimiento que se muestra a continuación:

- El caudal máximo de cada tramo es igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo, de acuerdo con la tabla 1 del apartado anterior “Condiciones mínimas de suministro”.
- Los coeficientes de simultaneidad de cada tramo, se han establecido de acuerdo al criterio marcado por la norma UNE 149201.
- Montantes e instalación interior

$$Q_c = 0,698 \cdot (Q_t)^{0,5} - 0,12(l/s)$$

Donde:

Q_c : caudal simultaneo.

Q_t : caudal bruto.

$$Q_c = (Q_t)^{0,366}(l/s)$$

Donde:

Q_c : caudal simultáneo.

Q_t : caudal bruto.

$$Q_c = 1,08 \cdot (Q_t)^{0,5} - 1,83(l/s)$$

Donde:

Q_c : caudal simultáneo.

Q_t : caudal bruto.

De tal manera, que la determinación del caudal de cálculo en cada tramo, se ha calculado, como el producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.

La elección de la velocidad de cálculo, se ha estimado, con valores comprendidos dentro de los siguientes intervalos:

- Tuberías metálicas: entre 0,5 y 2 m/s.
- Tuberías termoplásticas y multicapa: entre 0,5 y 3,5 m/s.

De tal manera, que la obtención del diámetro correspondiente a cada tramo, se ha calculado en función del caudal y de la velocidad.

4.4.1.1.3. Comprobación de la presión

Se ha comprobado que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera los valores mínimos indicados en la tabla 1 “Condiciones mínimas de suministro”, y, además, que, en todos los puntos de consumo, no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

- Se ha determinado la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas se estiman en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo, y se evalúan los elementos de la instalación donde es conocida la pérdida de carga localizada sin necesidad de estimarla.
- Se ha comprobado la suficiencia de la presión disponible, de tal manera, que una vez que se han obtenido los valores de las pérdidas de presión del circuito, se ha comprobado si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable.

4.4.1.2. Derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace.

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se han dimensionado conforme a lo que se establece en la siguiente tabla 43 “Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos”. En el resto, se han tenido en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato, y han sido dimensionados en consecuencia.

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Ducha	-	16
Inodoro con cisterna	-	16
Lavabo	-	16
Urinario con grifo temporizado	-	16
Lavavajillas industrial	-	20
Fregadero industrial	-	20
Lavadora industrial	-	25

Tabla 101. Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos.

Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se han dimensionado conforme al procedimiento establecido en el apartado “Tramos”, adoptándose como mínimo a los valores de la tabla 44 “Diámetros mínimos de alimentación”.

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	3/4	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial.	3/4	20
Columna (montante o descendente)	3/4	20
Distribuidor principal	1	25

Tabla 102. Diámetros mínimos de alimentación.

4.4.1.3. Redes de ACS

4.4.1.3.1. Redes de impulsión

Para las redes de impulsión o ida de ACS, se emplea en mismo método de cálculo que para las redes de agua fría.

4.4.1.3.2. Redes de retorno

Para la determinación del caudal que circulara por el circuito de retorno, se ha estimado que, en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura será como máximo de 3 °C desde la salida del acumulador o intercambiador en su caso.

En cualquier caso, no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna, si la instalación responde a este esquema, para poder efectuar un adecuado equilibrado hidráulico.

El caudal de retorno se estima según las siguientes reglas empíricas:

- Se considera que recircula es 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma, se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.
- Los diámetros en función del caudal de recirculación se encuentran indicados en la siguiente tabla:

Diámetro de la tubería (")	Caudal recirculado (l/h)
1/2	140
3/4	300
1	600
1 1/4	1100
1 1/2	1800
2	3300

Tabla 103. Relación entre diámetro de tubería y caudal de recirculación de A.C.S.

4.4.1.3.3. Aislamiento térmico

El espesor del aislamiento de las conducciones, tanto la ida como el retorno, ha sido dimensionado de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus correspondientes Instrucciones Técnicas complementarias (ITE).

4.4.1.3.4. Dilatadores

Para los materiales metálicos se ha aplicado lo que se especifica en la norma UNE 100156: 1989, y para los materiales termoplásticos lo que se especifica en la norma UNE EN 12108:2002.

En todo tramo recto sin conexiones intermedias con una longitud superior a 25 metros, se deben adoptar las medidas oportunas para evitar posibles

tensiones excesivas de la tubería, motivadas por las contracciones y dilataciones producidas por las variaciones de temperatura.

El mejor punto para su colocación se encuentra equidistante de las derivaciones más próximas a las montantes.

4.4.1.4. Equipos, elementos y dispositivos de la instalación

4.4.1.4.1. Contadores

El calibre nominal de los distintos tipos de contadores se adecuará, tanto en agua fría como en agua caliente sanitaria, a los caudales nominales y máximos de la instalación.

4.4.1.4.2. Grupo de presión

4.4.1.4.2.1. Cálculo del depósito auxiliar de alimentación

El volumen del depósito ha sido calculado en función del tiempo de previsto de utilización, se ha empleado la siguiente formula:

$$V = Q \cdot t \cdot 60$$

Donde:

V: volumen del depósito (l).

Q: caudal máximo simultaneo (dm³/s)

t: tiempo estimado (de 15 a 20) (min).

4.4.1.4.2.2. Cálculo de las bombas

El cálculo de las bombas ha sido calculado en función del caudal y de las presiones de arranque y parada de la bomba (mínima y máxima respectivamente), siempre que no se instalen bombas de caudal variable. En este segundo caso, la presión será en función del caudal solicitado en cada momento y siempre constante.

El número de bombas a instalar en el caso de un grupo de tipo convencional, excluyendo las de reserva, se ha determinado en función del caudal total del grupo. De tal manera, que se dispondrán dos bombas para caudales de hasta 10 dm³/s, tres para caudales de hasta 30 dm³/s y cuatro para más de 30 dm³/s.

El caudal de las bombas es el máximo simultáneo de la instalación o caudal punta, el cual, es fijado por el uso y necesidades de la instalación.

La presión mínima o de arranque (P_b) es el resultado de sumar la altura geométrica de aspiración (H_a), la altura geométrica (H_g), la pérdida de carga del circuito (P_c) y la presión residual en el grifo, llave o fluxor (P_r).

4.4.1.4.2.3. Cálculo del depósito de presión

Para la presión máxima se ha adoptado un valor que limita el número de arranques y paradas del grupo prolongando de esta manera la vida útil del mismo. De tal manera, que dicho valor está comprendido entre 2 y 3 bares por encima del valor de la presión mínima.

Para el cálculo de su volumen se ha empleado la siguiente formula:

$$V_n = P_b \cdot \frac{V_a}{P_a}$$

Donde:

V_n : volumen útil del depósito de membrana (l).

P_b : presión absoluta mínima (mca).

V_a : volumen mínimo de agua (l).

P_a : presión absoluta máxima (mca).

4.4.2. Dimensionado

4.4.2.1. Acometida

La acometida estará constituida por tubo de polietileno PE 100, PN = 10atm, según norma UNE EN 12201-2.

Tramo	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (l/s)	K	Q (l/s)	H (mca)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	V (m/s)	J (mca)	P_{ent} (mca)	P_{sal} (mca)
1-2	2.20	2.63	29.20	0.14	4.01	0.30	44.00	50.00	2.63	0.42	29.50	28.78

Abreviaturas utilizadas:
 L_r : longitud medida sobre planos.
 L_t : longitud total de cálculo ($L_r + L_{eq}$).
 Q_b : caudal bruto.
K: coeficiente de simultaneidad.
Q: caudal, aplicada simultaneidad ($Q_b \cdot K$).
h: desnivel.
 D_{int} : diámetro interior.
 D_{com} : diámetro comercial.
v: velocidad.

J: pérdida de carga del tramo.
 P_{ent} : presión de entrada.
 P_{sal} : presión de salida.

Tabla 104. Cálculo hidráulico de la acometida.

4.4.2.2. Tubos de alimentación

Los tubos de alimentación estarán constituidos por tubo copolímero random (PP - R), serie 5, según UNE EN ISO 15874-2.

Tramo	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (l/s)	K	Q (l/s)	H (mca)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	V (m/s)	J (mca)	P_{ent} (mca)	P_{sal} (mca)
2-3	3.31	3.97	29.20	0.14	4.01	-0.30	40.80	50.00	3.06	0.92	24.78	23.66

Abreviaturas utilizadas:

L_r : longitud medida sobre planos.

L_t : longitud total de cálculo ($L_r + L_{eq}$).

Q_b : caudal bruto.

K: coeficiente de simultaneidad.

Q: caudal, aplicada simultaneidad ($Q_b \cdot K$).

h: desnivel.

D_{int} : diámetro interior.

D_{com} : diámetro comercial.

v: velocidad.

J: pérdida de carga del tramo.

P_{ent} : presión de entrada.

P_{sal} : presión de salida.

Tabla 105. Cálculo hidráulico de las tuberías de alimentación.

4.4.2.3. Grupos de presión

Grupo de presión de agua, de accionamiento regulable mediante tecnología Inverter, modelo HIDRO - INVERTER AP-HI-B/20-3 EBARRA, el cual, está formado por:

- Tres bombas centrifugas multicelulares, con una potencia de 1,5x3 kW.
- Equipo de regulación y control con variador de frecuencia (presión constante).
- Depósito de membrana, de chapa de acero de 20 litros.
- Cuadro eléctrico
- Soporte metálico.

Gp	Q_{cal} (l/s)	P_{cal} (mca)	Q_{dis} (l/s)	P_{dis} (mca)	V_{dep} (l)	P_{ent} (mca)	P_{sal} (mca)
4	4.01	46.46	4.01	46.46	20.00	23.14	69.60

Abreviaturas utilizadas:

Gp: grupo de presión.

Q_{cal} : caudal de cálculo.

P_{cal} : presión de cálculo.

Q_{dis} : caudal de diseño.

P_{dis} : presión de diseño.

V_{dep} : capacidad del depósito de membrana.

P_{ent} : presión de entrada.

P_{sal} : presión de salida.

Tabla 106. Cálculo hidráulico del grupo de presión.

4.4.2.4. Instalaciones particulares

4.4.2.4.1. Instalaciones particulares

Las instalaciones particulares estarán constituidas por tubo de polietileno reticulado (Pe - Xa), serie 5, PN = 6 atm, según norma UNE EN ISO 15875-2.

Tramo	T_{tub}	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sal} (m.c.a.)
3-4	Instalación interior (F)	12.65	15.19	29.20	0.14	4.01	-3.00	40.80	50.00	3.06	3.52	23.66	23.14
4-5	Instalación interior (F)	6.08	7.30	29.20	0.14	4.01	2.70	40.80	50.00	3.06	1.69	69.60	65.21
5-6	Instalación interior (F)	4.83	5.79	27.00	0.14	3.78	0.00	40.80	50.00	2.89	1.20	65.21	64.01
6-7	Instalación interior (F)	22.59	27.10	11.80	0.21	2.47	6.30	32.60	40.00	2.96	7.74	64.01	49.97
7-8	Instalación interior (F)	25.41	30.50	5.20	0.28	1.47	2.70	26.20	32.00	2.73	9.83	49.97	37.44
8-9	Instalación interior (F)	0.28	0.34	2.80	0.37	1.05	0.00	20.40	25.00	3.21	0.20	37.44	36.23
9-10	Instalación interior (F)	4.49	5.39	2.80	0.37	1.05	0.00	20.40	25.00	3.21	3.21	36.23	33.03
10-11	Instalación interior (F)	2.52	3.03	2.40	0.40	0.96	0.00	20.40	25.00	2.94	1.53	33.03	31.49
11-12	Instalación interior (F)	8.86	10.63	2.00	0.43	0.87	0.00	20.40	25.00	2.65	4.44	31.49	27.06
12-13	Instalación interior (F)	2.51	3.01	1.60	0.48	0.76	0.00	20.40	25.00	2.33	0.99	27.06	26.06
13-14	Instalación interior (F)	8.80	10.56	1.20	0.54	0.64	0.00	16.20	20.00	3.13	8.01	26.06	18.06
14-15	Instalación interior (F)	2.62	3.15	0.80	0.63	0.50	0.00	16.20	20.00	2.45	1.51	18.06	16.55
15-16	Instalación interior (F)	9.49	11.38	0.40	0.80	0.32	0.00	16.20	20.00	1.56	2.38	16.55	13.67
16-17	Cuarto húmedo (F)	3.66	4.39	0.40	0.80	0.32	0.00	12.40	16.00	2.66	3.45	13.67	10.22
17-18	Cuarto húmedo (F)	0.60	0.72	0.30	0.87	0.26	0.00	12.40	16.00	2.17	0.39	10.22	9.84
18-19	Puntal (F)	3.67	4.40	0.20	1.00	0.20	-1.60	12.40	16.00	1.66	1.44	9.84	10.00

Abreviaturas utilizadas

T_{tub}	Tipo de tubería: F (Agua fría), C (Agua caliente)	D_{int}	Diámetro interior
L_r	Longitud medida sobre planos	D_{com}	Diámetro comercial
L_t	Longitud total de cálculo ($L_r + L_{eq}$)	v	Velocidad
Q_b	Caudal bruto	J	Pérdida de carga del tramo
K	Coefficiente de simultaneidad	P_{ent}	Presión de entrada
Q	Caudal, aplicada simultaneidad ($Q_b \times K$)	P_{sal}	Presión de salida

h	Desnivel		
<i>Instalación interior: Llave de abonado (Llave de abonado)</i>			
<i>Punto de consumo con mayor caída de presión (Du): Ducha</i>			

Tabla 107. Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares.

4.4.2.4.2. Producción de ACS

Referencia	Descripción	Q _{cal} (l/s)
Llave de abonado	Acumulador auxiliar de A.C.S.	2.38
Abreviaturas utilizadas		
Q _{cal}	Caudal de cálculo	

Tabla 108. Cálculo hidráulico de los equipos de producción de ACS.

4.4.2.4.3. Válvulas limitadoras de presión

Tramo	Descripción	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)	J _r (m.c.a.)
20	Válvula limitadora de presión de latón, de 3/4" DN 20 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 25 bar y presión de salida regulable entre 1 y 6 bar	55.56	51.91	3.65
21	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 25 bar y presión de salida regulable entre 1 y 6 bar	58.58	55.70	2.88
22	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 25 bar y presión de salida regulable entre 1 y 6 bar	60.20	50.70	9.50
23	No se ha encontrado una válvula limitadora de presión para una presión de salida de 66.23 m.c.a..	67.55	66.23	1.32
Abreviaturas utilizadas				
P _{ent}	Presión de entrada	J _r	Reducción de la presión ejercida por la válvula limitadora de presión	
P _{sal}	Presión de salida			

Tabla 109. Cálculo hidráulico de las válvulas limitadoras de presión.

4.4.2.4.4. Bombas de circulación

Ref	Descripción	Q _{cal} (l/s)	P _{cal} (m.c.a.)
	Electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,11 kW	0.92	1.35

Abreviaturas utilizadas		
Ref	Referencia de la unidad de ocupación a la que pertenece la bomba de circulación	P_{cal} Presión de cálculo
Q_{cal}	Caudal de cálculo	

Tabla 110. Cálculo hidráulico de las bombas de circulación.

4.4.2.5. Aislamiento térmico

- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de $+60^{\circ}\text{C}$ a $+100^{\circ}\text{C}$), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 43,5 mm de diámetro interior y 30 mm de espesor.
- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de $+60^{\circ}\text{C}$ a $+100^{\circ}\text{C}$), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 23 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.
- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de $+60^{\circ}\text{C}$ a $+100^{\circ}\text{C}$), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.
- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de $+60^{\circ}\text{C}$ a $+100^{\circ}\text{C}$), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 36 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.
- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de $+60^{\circ}\text{C}$ a $+100^{\circ}\text{C}$), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 26 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.
- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de $+60^{\circ}\text{C}$ a $+100^{\circ}\text{C}$), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 65 mm de diámetro interior y 30 mm de espesor.
- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de $+60^{\circ}\text{C}$ a $+100^{\circ}\text{C}$), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 23 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.
- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de $+60^{\circ}\text{C}$ a $+100^{\circ}\text{C}$), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 55 mm de diámetro interior y 30 mm de espesor.

- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de $+60^{\circ}\text{C}$ a $+100^{\circ}\text{C}$), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 36 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.
- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de $+60^{\circ}\text{C}$ a $+100^{\circ}\text{C}$), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 26 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.
- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de $+60^{\circ}\text{C}$ a $+100^{\circ}\text{C}$), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 43,5 mm de diámetro interior y 30 mm de espesor.
- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de $+40^{\circ}\text{C}$ a $+60^{\circ}\text{C}$), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 16,0 mm de diámetro interior y 9,5 mm de espesor.
- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de $+40^{\circ}\text{C}$ a $+60^{\circ}\text{C}$), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 23,0 mm de diámetro interior y 10,0 mm de espesor.
- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de $+40^{\circ}\text{C}$ a $+60^{\circ}\text{C}$), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 29,0 mm de diámetro interior y 10,0 mm de espesor.
- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de $+60^{\circ}\text{C}$ a $+100^{\circ}\text{C}$), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Anexo 5: Calculo hidráulico de las instalaciones de protección contra incendios

5.1. Red de bocas de incendio equipadas (BIE)

El dimensionado de la red de PCI ha sido realizada atendiendo a las presiones mínimas necesarias en los puntos de consumo, de tal manera, que se ha hallado la zona más desfavorable de la red conforme a la simultaneidad de uso de los equipos presentes en la misma, de tal manera que:

- Simultaneidad para bocas de incendio equipadas (BIE): 2.

El punto de trabajo requerido para el grupo de presión “A1 (Sótano)” es:

- Presión de salida: 64,21 mca.
- Caudal de salida: 3,325 l/s.

Cumpliendo también que, para un caudal de salida un 40% superior al nominal, la presión de salida del grupo es superior al 70 % del punto de trabajo calculado.

De tal manera, que a continuación, se muestra la justificación del cálculo hidráulico en la zona más desfavorable para el grupo de presión seleccionado:

Tramo	L	Q	v	J	P _i	Δh	ΔP	P _f	Ø	DN
A1 -> A (Sótano)	2.70	3.326	0.9	21	64.21	2.70	0.06	61.45	68.9	2 1/2"
A -> B	0.39	3.326	0.9	21	61.45	--	0.01	61.45	68.9	2 1/2"
B -> C	0.21	3.326	0.9	21	61.45	--	0.00	61.44	68.9	2 1/2"
C -> D	3.51	3.326	0.9	21	61.44	--	0.07	61.37	68.9	2 1/2"
D -> E	10.51	3.326	0.9	21	61.37	--	0.22	61.15	68.9	2 1/2"
E -> F	1.56	3.326	0.9	21	61.15	--	0.03	61.11	68.9	2 1/2"
F -> G	6.29	3.326	0.9	21	61.11	--	0.13	60.98	68.9	2 1/2"
G -> H	4.13	3.326	0.9	21	60.98	--	0.09	60.89	68.9	2 1/2"
H -> I	14.31	3.326	0.9	21	60.89	--	0.30	60.59	68.9	2 1/2"
I -> J	11.60	3.326	0.9	21	60.59	--	0.24	60.35	68.9	2 1/2"
J -> K	27.32	3.326	0.9	21	60.35	--	0.57	59.78	68.9	2 1/2"
K -> L	1.89	3.326	0.9	21	59.78	--	0.04	59.74	68.9	2 1/2"
L -> N	0.39	3.326	0.9	21	59.74	--	0.01	59.73	68.9	2 1/2"
N -> O	0.31	3.326	0.9	21	59.73	--	0.01	59.72	68.9	2 1/2"
O -> P	4.89	3.326	0.9	21	59.72	--	0.10	59.62	68.9	2 1/2"
P -> A (Sótano->Planta baja)	3.00	3.326	0.9	21	59.62	3.00	0.06	56.56	68.9	2 1/2"

A -> B (Planta baja)	6.87	1.661	0.7	20	56.56	--	0.14	56.42	53.1	2"
B -> D	1.92	1.661	1.6	134	56.42	--	0.26	56.16	36.0	1 1/4"
D -> A2	1.40	1.661	1.6	134	56.16	-1.40	0.19	57.37	36.0	1 1/4"
A2, BIE 25 mm (K = 42), (Planta baja)		1.661						57.37		
A -> E	0.67	1.665	1.6	141	56.56	--	0.09	56.46	36.0	1 1/4"
E -> A3	1.40	1.665	1.6	141	56.46	-1.40	0.20	57.67	36.0	1 1/4"
A3, BIE 25 mm (K = 42), (Planta baja)		1.665						57.67		
Notas: L: Longitud real del tramo Q: Caudal v: Velocidad J: Pérdida de carga en el tramo P _i : Presión de entrada al tramo □h: Altura salvada por el tramo □P: Caída de presión en el tramo P _r : Presión de salida Ø: Diámetro interior de la tubería DN: Diámetro nominal de la tubería										

Tabla 111. Resultados del cálculo hidráulico de las BIEs del edificio.

5.2. Red de rociadores 1

El dimensionado de la red de PCI ha sido realizada atendiendo a las presiones mínimas necesarias en los puntos de consumo, de tal manera, que se ha hallado la zona más desfavorable de la red conforme a la simultaneidad de uso de los equipos presentes en la misma, de tal manera que:

- Rociadores simultáneos: 14.
- Clase de riesgo: Ordinario – G2.

El punto de trabajo requerido para el grupo de presión “A7 (Sótano)” es:

- Presión de salida: 38,93 mca.
- Caudal de salida: 18,458 l/s.

Cumpliendo también que, para un caudal de salida un 40% superior al nominal, la presión de salida del grupo es superior al 70 % del punto de trabajo calculado.

De tal manera, que a continuación, se muestra la justificación del cálculo hidráulico en la zona más desfavorable para el grupo de presión seleccionado:



Tramo	L	Q	v	J	P _i	□h	□P	P _f	∅	DN
A7 -> Z (Sótano)	2.70	18.456	2.1	67	38.93	2.70	0.18	36.05	105.3	4"
Z -> AA	0.46	18.456	2.1	67	36.05	--	0.03	36.02	105.3	4"
AA -> AB	0.40	18.456	2.1	67	36.02	--	0.03	35.99	105.3	4"
AB -> AC	11.97	18.456	2.1	67	35.99	--	0.80	35.20	105.3	4"
AC -> AD	37.66	18.456	2.1	67	35.20	--	2.51	32.69	105.3	4"
AD -> AE	4.27	18.456	2.1	67	32.69	--	0.28	32.41	105.3	4"
AE -> N (Sótano->Planta baja)	3.00	18.456	2.1	67	32.41	3.00	0.20	29.21	105.3	4"
N -> K (Planta baja->Planta primera)	3.00	18.456	2.1	67	29.21	3.00	0.20	26.01	105.3	4"
K -> K (Planta primera->Planta segunda)	3.00	18.456	3.6	240	26.01	3.00	0.72	22.29	80.9	3"
K -> L (Planta segunda)	3.02	18.456	3.6	240	22.29	--	0.72	21.56	80.9	3"
L -> M	3.43	18.456	3.6	240	21.56	--	0.82	20.74	80.9	3"
M -> N	3.57	18.456	3.6	240	20.74	--	0.86	19.88	80.9	3"
N -> O	3.48	18.456	3.6	240	19.88	--	0.84	19.04	80.9	3"
O -> P	3.51	18.456	3.6	240	19.04	--	0.84	18.20	80.9	3"
P -> Q	3.49	18.456	3.6	240	18.20	--	0.84	17.36	80.9	3"
Q -> R	3.51	18.456	3.6	240	17.36	--	0.84	16.51	80.9	3"
R -> S	3.49	18.456	3.6	240	16.51	--	0.84	15.67	80.9	3"
S -> T	3.51	18.456	3.6	240	15.67	--	0.84	14.83	80.9	3"
T -> U	3.48	18.456	3.6	240	14.83	--	0.84	14.00	80.9	3"
U -> V	2.53	18.456	3.6	240	14.00	--	0.61	13.39	80.9	3"
V -> W	3.36	18.456	3.6	240	13.39	--	0.81	12.58	80.9	3"
W -> X	0.29	15.957	3.1	182	12.58	--	0.05	12.53	80.9	3"
X -> Y	3.51	14.498	2.8	153	12.53	--	0.54	11.99	80.9	3"
Y -> Z	3.47	13.072	2.5	127	11.99	--	0.44	11.55	80.9	3"
Z -> AA	4.02	11.671	2.3	104	11.55	--	0.42	11.13	80.9	3"
AA -> AB	3.00	10.297	2.0	83	11.13	--	0.25	10.88	80.9	3"
AB -> AC	3.51	8.939	1.7	64	10.88	--	0.22	10.66	80.9	3"
AC -> AD	3.49	7.595	1.5	47	10.66	--	0.17	10.49	80.9	3"
AD -> AE	0.82	6.261	1.2	33	10.49	--	0.03	10.47	80.9	3"
AE -> AF	2.70	3.983	0.8	15	10.47	--	0.04	10.43	80.9	3"
AF -> AG	1.01	2.654	0.5	7	10.43	--	0.01	10.42	80.9	3"
AG -> AH	2.49	2.654	0.5	7	10.42	--	0.02	10.40	80.9	3"
AH -> AI	3.53	1.327	0.3	2	10.40	--	0.01	10.40	80.9	3"
AI -> A17	0.80	1.327	2.3	379	10.40	--	0.30	10.09	27.3	1"
A17, Rociador (K = 80), (Planta segunda)		1.327						10.09		
AH -> A18	0.80	1.327	2.3	379	10.40	--	0.30	10.10	27.3	1"
A18, Rociador (K = 80), (Planta segunda)		1.327						10.10		
AF -> A19	0.80	1.329	2.3	379	10.43	--	0.30	10.13	27.3	1"
A19, Rociador (K = 80), (Planta segunda)		1.329						10.13		
AE -> A20	2.71	2.278	3.8	976	10.47	--	2.64	7.83	27.3	1"

A20, Rociador (K = 80), (Planta segunda)	1.168								7.83		
A20 -> A21	2.80	1.110	1.9	271	7.83	--	0.76	7.07	27.3	1"	
A21, Rociador (K = 80), (Planta segunda)	1.110							7.07			
AD -> A22	0.80	1.333	2.3	379	10.49	--	0.30	10.19	27.3	1"	
A22, Rociador (K = 80), (Planta segunda)	1.333							10.19			
AC -> A23	0.80	1.344	2.3	379	10.66	--	0.30	10.36	27.3	1"	
A23, Rociador (K = 80), (Planta segunda)	1.344							10.36			
AB -> A24	0.80	1.358	2.3	379	10.88	--	0.30	10.58	27.3	1"	
A24, Rociador (K = 80), (Planta segunda)	1.358							10.58			
AA -> A25	0.80	1.374	2.3	379	11.13	--	0.30	10.83	27.3	1"	
A25, Rociador (K = 80), (Planta segunda)	1.374							10.83			
Z -> A26	0.80	1.401	2.3	379	11.55	--	0.30	11.25	27.3	1"	
A26, Rociador (K = 80), (Planta segunda)	1.401							11.25			
Y -> A27	0.80	1.427	2.4	404	11.99	--	0.32	11.67	27.3	1"	
A27, Rociador (K = 80), (Planta segunda)	1.427							11.67			
X -> A28	0.80	1.459	2.4	415	12.53	--	0.33	12.20	27.3	1"	
A28, Rociador (K = 80), (Planta segunda)	1.459							12.20			
W -> A29	2.63	2.499	4.3	1228	12.58	--	3.23	9.35	27.3	1"	
A29, Rociador (K = 80), (Planta segunda)	1.277							9.35			
A29 -> A30	2.59	1.222	2.0	304	9.35	--	0.79	8.56	27.3	1"	
A30, Rociador (K = 80), (Planta segunda)	1.222							8.56			
Notas: L: Longitud real del tramo Q: Caudal v: Velocidad J: Pérdida de carga en el tramo P: Presión de entrada al tramo $\square h$: Altura salvada por el tramo $\square P$: Caída de presión en el tramo P: Presión de salida \varnothing : Diámetro interior de la tubería DN: Diámetro nominal de la tubería											

Tabla 112. Resultados del cálculo hidráulico de la red de rociadores 1

5.3. Red de rociadores 2

El dimensionado de la red de PCI ha sido realizada atendiendo a las presiones mínimas necesarias en los puntos de consumo, de tal manera, que se ha hallado la zona más desfavorable de la red conforme a la simultaneidad de uso de los equipos presentes en la misma, de tal manera que:

- ✓ Rociadores simultáneos: 21.
- ✓ Clase de riesgo: Ordinario – G2.

El punto de trabajo requerido para el grupo de presión “A7 (Sótano)” es:

- ✓ Presión de salida: 38,93 mca.
- ✓ Caudal de salida: 18,458 l/s.

Cumpliendo también que, para un caudal de salida un 40% superior al nominal, la presión de salida del grupo es superior al 70 % del punto de trabajo calculado.

De tal manera, que a continuación, se muestra la justificación del cálculo hidráulico en la zona más desfavorable para el grupo de presión seleccionado:

Tramo	L	Q	v	J	P _i	□h	□P	P _r	Ø	DN
A7 -> Z (Sótano)	2.70	28.081	3.2	142	38.93	2.70	0.38	35.85	105.3	4"
Z -> AA	0.46	28.081	3.2	142	35.85	--	0.07	35.78	105.3	4"
AA -> AB	0.40	28.081	3.2	142	35.78	--	0.06	35.72	105.3	4"
AB -> AF	0.21	28.081	3.2	142	35.72	--	0.03	35.69	105.3	4"
AF -> AG	24.18	28.081	3.2	142	35.69	--	3.44	32.25	105.3	4"
AG -> O (Sótano->Planta baja)	3.00	28.081	3.2	142	32.25	3.00	0.43	28.83	105.3	4"
O -> P (Planta baja)	0.51	28.081	3.2	142	28.83	--	0.07	28.76	105.3	4"
P -> Q	2.57	28.081	5.4	513	28.76	--	1.32	27.44	80.9	3"
Q -> R	2.07	28.081	5.4	513	27.44	--	1.06	26.37	80.9	3"
R -> S	3.54	28.081	5.4	513	26.37	--	1.82	24.56	80.9	3"
S -> T	2.18	28.081	5.4	513	24.56	--	1.12	23.44	80.9	3"
T -> U	1.11	28.081	5.4	513	23.44	--	0.57	22.87	80.9	3"
U -> V	0.87	28.081	5.4	513	22.87	--	0.45	22.43	80.9	3"
V -> W	1.67	28.081	5.4	513	22.43	--	0.86	21.57	80.9	3"
W -> X	0.27	28.081	5.4	513	21.57	--	0.14	21.43	80.9	3"
X -> Y	0.47	28.081	5.4	513	21.43	--	0.24	21.19	80.9	3"
Y -> Z	1.05	28.081	5.4	513	21.19	--	0.54	20.65	80.9	3"
Z -> AA	3.87	28.081	5.4	513	20.65	--	1.99	18.66	80.9	3"
AA -> AB	2.69	26.299	5.0	455	18.66	--	1.22	17.44	80.9	3"
AB -> AC	2.77	24.575	4.7	402	17.44	--	1.11	16.32	80.9	3"
AC -> AD	4.68	22.908	4.4	354	16.32	--	1.65	14.67	80.9	3"
AD -> AE	3.80	21.333	4.1	308	14.67	--	1.17	13.50	80.9	3"
AE -> AF	3.77	19.821	3.8	270	13.50	--	1.02	12.48	80.9	3"
AF -> AG	5.27	18.367	3.5	235	12.48	--	1.24	11.25	80.9	3"
AG -> AH	3.32	16.988	3.2	203	11.25	--	0.68	10.57	80.9	3"
AH -> AI	2.44	15.644	3.0	174	10.57	--	0.42	10.15	80.9	3"
AI -> AJ	0.32	15.644	3.0	174	10.15	--	0.06	10.09	80.9	3"
AJ -> AK	2.43	14.356	2.7	147	10.09	--	0.36	9.73	80.9	3"

AK -> AL	3.51	13.069	2.5	122	9.73	--	0.43	9.30	80.9	3"
AL -> AM	3.50	11.808	2.2	101	9.30	--	0.35	8.95	80.9	3"
AM -> AN	3.50	10.572	2.0	82	8.95	--	0.29	8.66	80.9	3"
AN -> AO	3.47	9.357	1.8	66	8.66	--	0.23	8.43	80.9	3"
AO -> AP	3.52	8.157	1.5	51	8.43	--	0.18	8.25	80.9	3"
AP -> AQ	3.51	6.970	1.3	38	8.25	--	0.13	8.12	80.9	3"
AQ -> AR	3.49	5.793	1.1	27	8.12	--	0.09	8.03	80.9	3"
AR -> AS	3.50	4.622	0.9	18	8.03	--	0.06	7.97	80.9	3"
AS -> AT	2.54	3.456	0.7	10	7.97	--	0.03	7.94	80.9	3"
AT -> AU	0.19	3.456	0.7	10	7.94	--	0.00	7.94	80.9	3"
AU -> AV	2.12	2.312	0.4	5	7.94	--	0.01	7.93	80.9	3"
AV -> AW	2.93	1.156	0.2	1	7.93	--	0.00	7.92	80.9	3"
AW -> A11	0.96	1.156	1.9	271	7.92	--	0.26	7.66	27.3	1"
A11, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.156						7.66		
AV -> A12	0.96	1.156	1.9	271	7.93	--	0.26	7.67	27.3	1"
A12, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.156						7.67		
AU -> A13	1.63	1.143	1.9	271	7.94	--	0.44	7.50	27.3	1"
A13, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.143						7.50		
AS -> A14	0.61	1.166	1.9	271	7.97	--	0.17	7.80	27.3	1"
A14, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.166						7.80		
AR -> A15	0.61	1.171	1.9	271	8.03	--	0.17	7.86	27.3	1"
A15, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.171						7.86		
AQ -> A16	0.61	1.177	2.0	286	8.12	--	0.17	7.95	27.3	1"
A16, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.177						7.95		
AP -> A17	0.61	1.187	2.0	290	8.25	--	0.18	8.08	27.3	1"
A17, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.187						8.08		
AO -> A18	0.61	1.200	2.0	295	8.43	--	0.18	8.25	27.3	1"
A18, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.200						8.25		
AN -> A19	0.61	1.216	2.0	302	8.66	--	0.18	8.48	27.3	1"
A19, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.216						8.48		
AM -> A20	0.61	1.236	2.1	311	8.95	--	0.19	8.76	27.3	1"
A20, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.236						8.76		
AL -> A21	0.61	1.260	2.1	321	9.30	--	0.20	9.11	27.3	1"
A21, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.260						9.11		
AK -> A22	0.61	1.287	2.3	379	9.73	--	0.23	9.50	27.3	1"
A22, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.287						9.50		
AJ -> A23	1.51	1.288	2.3	379	10.09	--	0.57	9.52	27.3	1"

A23, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.288							9.52		
AH -> A24	0.58	1.343	2.3	379	10.57	--	0.22	10.35	27.3	1"	
A24, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.343						10.35			
AG -> A25	0.88	1.379	2.3	379	11.25	--	0.34	10.91	27.3	1"	
A25, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.379						10.91			
AF -> A26	0.86	1.454	2.4	419	12.48	--	0.36	12.12	27.3	1"	
A26, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.454						12.12			
AE -> A27	0.86	1.513	2.5	443	13.50	--	0.38	13.12	27.3	1"	
A27, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.513						13.12			
AD -> A28	0.86	1.574	2.7	532	14.67	--	0.46	14.21	27.3	1"	
A28, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.574						14.21			
AC -> A29	0.71	1.668	2.7	532	16.32	--	0.38	15.95	27.3	1"	
A29, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.668						15.95			
AB -> A30	0.71	1.723	2.9	572	17.44	--	0.41	17.03	27.3	1"	
A30, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.723						17.03			
AA -> A31	0.71	1.782	3.0	621	18.66	--	0.44	18.22	27.3	1"	
A31, Rociador (K = 80), (Planta baja)		1.782						18.22			
Notas: L: Longitud real del tramo Q: Caudal v: Velocidad J: Pérdida de carga en el tramo P: Presión de entrada al tramo \square h: Altura salvada por el tramo \square P: Caída de presión en el tramo P _r : Presión de salida Ø: Diámetro interior de la tubería DN: Diámetro nominal de la tubería											

Tabla 113. Resultados del cálculo hidráulico de la red de rociadores 2.



Anexo 6: Iluminación interior

6.1. Objetivo

El presente anexo tiene por objeto el diseño y dimensionado de la iluminación interior de la residencia de estudiantes proyectada, siempre de acuerdo a la normativa vigente.

Para la realización de los cálculos eléctricos se ha empleado el programa informático Dialux.

6.2. Luminarias empleadas

Para la instalación de iluminación interior se han empleado las siguientes luminarias:

- **SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 4000K WIDE FLOOD.**

SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 4000K WIDE FLOOD
N° de artículo: 70325030-484
Flujo luminoso (Luminaria): 680 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 680 lm
Potencia de las luminarias: 7.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 95 97 99 100 100
Lámpara: 1 x LED 703 WF 4000K IP65 (Factor de corrección 1.000).

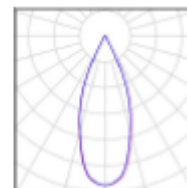


Ilustración 16. SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 4000K WIDE FLOOD.

- **SIMON 72660333-884 Luminaria 726 60x60 NW DALI.**

SIMON 72660333-884 Luminaria 726 60x60 NW DALI
N° de artículo: 72660333-884
Flujo luminoso (Luminaria): 3200 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3200 lm
Potencia de las luminarias: 39.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 46 78 95 100 100
Lámpara: 1 x LED 726 60x60 NW (Factor de corrección 1.000).

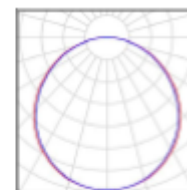


Ilustración 17. SIMON 72660333-884 Luminaria 726 60x60 NW DALI.

- **SIMON 73520330-984 Downlight 735.20 Round empotrado 4000K General DALI Blanco.**

SIMON 73520330-984 Downlight 735.20 Round empotrado 4000K General DALI. Blanco.
 N° de artículo: 73520330-984
 Flujo luminoso (Luminaria): 2400 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm
 Potencia de las luminarias: 24.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 51 81 96 100 100
 Lámpara: 1 x LED 735.20 NW GENERAL (Factor de corrección 1.000).

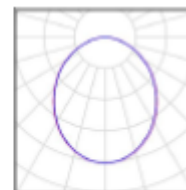


Ilustración 18. SIMON 73520330-984 Downlight 735.20 Round empotrado 4000K General DALI Blanco.

- **SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI Blanco.**

SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI. Blanco.
 N° de artículo: 73521330-983
 Flujo luminoso (Luminaria): 2200 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 2200 lm
 Potencia de las luminarias: 24.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 51 81 96 100 100
 Lámpara: 1 x LED 735.21 WW GENERAL SQUARE (Factor de corrección 1.000).

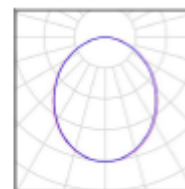


Ilustración 19. SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI Blanco.

- **SIMON 78032333-884 Luminaria estancia 780 1500 IP65 4000K DALI.**

SIMON 78032333-884 Luminaria estancia 780 1500 IP65 4000K DALI
 N° de artículo: 78032333-884
 Flujo luminoso (Luminaria): 5700 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 5700 lm
 Potencia de las luminarias: 50.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 91
 Código CIE Flux: 44 74 92 91 100
 Lámpara: 1 x 780 IP65 4000K 1500 (Factor de corrección 1.000).

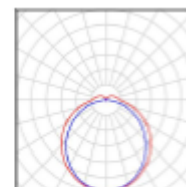


Ilustración 20. SIMON 78032333-884 Luminaria estancia 780 1500 IP65 4000K DALI.

- **SIMON 72060340-686 Luminaria 720 Modular 60x60 Low Glare BIO DALI DT6**

SIMON 72060340-686 Luminaria 720 Modular 60x60 BIO DALI DT6
 N° de artículo: 72060340-686
 Flujo luminoso (Luminaria): 3900 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 3900 lm
 Potencia de las luminarias: 30.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 54 85 97 100 100
 Lámpara: 1 x LED 720 M4 60x60 BIO (Factor de corrección 1.000).

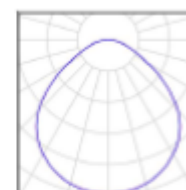


Ilustración 21. SIMON 72060340-686 Luminaria 720 Modular 60x60 Low Glare BIO DALI DT6.

➤ **SIMON 70325330-483 Downlight 703.25 3000K WIDE FLOOD DALI**

SIMON 70325330-483 Downlight 703.25 3000K
WIDE FLOOD DALI
N° de artículo: 70325330-483
Flujo luminoso (Luminaria): 630 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 630 lm
Potencia de las luminarias: 7.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 95 97 99 100 100
Lámpara: 1 x LED 703 WF 3000K IP65 (Factor
de corrección 1.000).

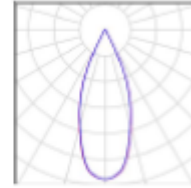


Ilustración 22. SIMON 70325330-483 Downlight 703.25 3000K WIDE FLOOD DALI.

➤ **SIMON 72061340-683 Luminaria 720 Advance M4 120x30 3000K Low Glare DALI**

SIMON 72061340-683 Luminaria 720 Advance
M4 120x30 3000K Low Glare DALI
N° de artículo: 72061340-683
Flujo luminoso (Luminaria): 3202 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3200 lm
Potencia de las luminarias: 28.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 99
Código CIE Flux: 58 87 97 99 100
Lámpara: 1 x LED 720 M4 120X30 WW LOW
GLARE (Factor de corrección 1.000).

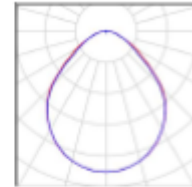


Ilustración 23. SIMON 72061340-683 Luminaria 720 Advance M4 120x30 3000K Low Glare DALI.

6.2.1. Fichas técnicas de las luminarias empleadas

6.2.1.1. SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 4000K WIDE FLOOD.

SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 4000K WIDE FLOOD / Hoja de datos de luminarias

Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 95 97 99 100 100

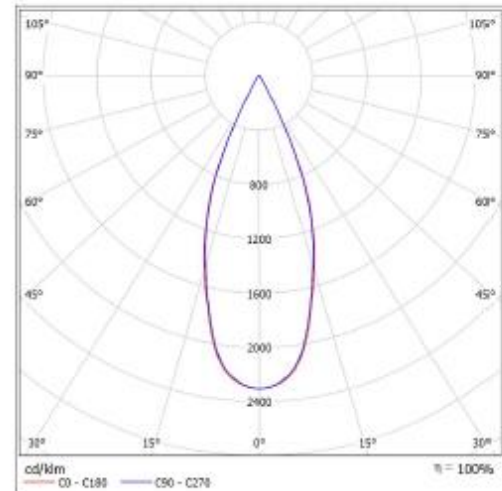
SIMON 70325030-484. Luminaria tipo downlight interior empotrable.

Características técnicas:
IP65. Flujo 680lm. Tc LED 4000K. Óptica WIDE FLOOD. CRI 80. Potencia 7,5W. Equipo electrónico.

Acabado en blanco, 0,200Kg.

Certificaciones:
2006/95/CE - Directiva Baja Tensión.
2004/108/CE - Directiva CEM.
UNE-EN 60598: 2005 Luminarias.
UNE-EN 62031: 2009 Módulos LED para alumbrado general. Requisitos de seguridad.
UNE-EN 61347-2-13: 2007 Dispositivos de control de lámpara.
UNE-EN 55015:2007 Límites y métodos de medida de las características relativas a la perturbación radioeléctrica de los equipos de iluminación y similares.
UNE-EN 61547 Equipos para alumbrado de uso general. Requisitos de Inmunidad - CEM.
UNE-EN 61000-3-2 Compatibilidad electromagnética (CEM).
UNE-EN 61000-3-3 Compatibilidad electromagnética (CEM).

Emisión de luz 1:

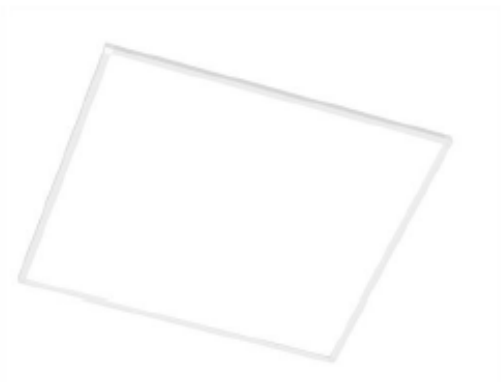


Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

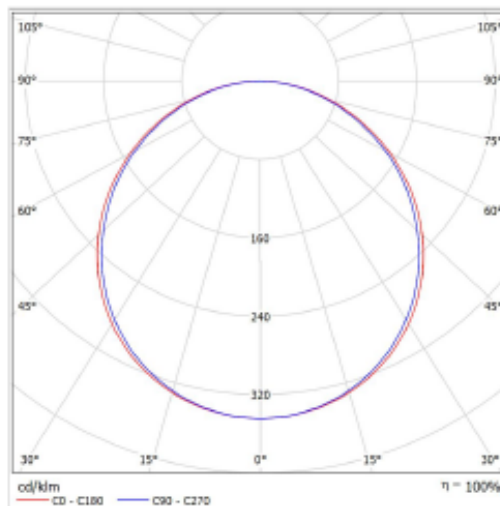
Ilustración 24. Ficha técnica de la luminaria SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 4000K WIDE FLOOD.

6.2.1.2. SIMON 72660333-884 Luminaria 726 60x60 NW DALI.

SIMON 72660333-884 Luminaria 726 60x60 NW DALI / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 46 78 95 100 100

SIMON 72660333-884. Luminaria tipo modular Interior empotrada.

Características técnicas:
IP20. Flujo 3200lm. Tc LED NW. Óptica GENERAL. CRI 80. Potencia 39W.
Equipo electrónico DALI.

Acabado en blanco, 2'600Kg.

Certificaciones:
2006/95/CE - Directiva Baja Tensión.
2004/108/CE - Directiva CEM.
UNE-EN 60598: 2005 Luminarias.
UNE-EN 62031: 2009 Módulos LED para alumbrado general.

Requisitos de seguridad.
UNE-EN 61347-2-13: 2007 Dispositivos de control de lámpara.
UNE-EN 55015:2007 Límites y métodos de medida de las características relativas a la perturbación radioeléctrica de los equipos de iluminación y similares.
UNE-EN 61547 Equipos para alumbrado de uso general.

Requisitos de inmunidad - CEM.
UNE-EN 61000-3-2 Compatibilidad electromagnética (CEM).
UNE-EN 61000-3-3 Compatibilidad electromagnética (CEM).

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
p. Techo		70	70	58	50	30	70	70	58	50	30
p. Paredes		30	30	58	30	30	30	30	58	30	30
p. Suelo		30	30	28	20	20	20	28	20	20	20
Tomado del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y										
SH	2H	26.5	17.8	16.8	18.1	18.3	26.4	17.7	16.7	17.9	18.2
	3H	25.2	29.4	18.5	19.6	19.9	28.0	19.2	18.3	29.4	19.7
	4H	28.9	20.0	19.2	20.3	20.6	28.8	19.8	19.0	20.1	20.3
	8H	28.4	20.5	19.8	20.8	21.1	28.1	20.2	19.5	20.5	20.8
4H	2H	29.8	20.8	20.8	21.0	21.3	29.3	20.4	19.7	20.7	21.0
	3H	29.8	20.7	20.1	21.1	21.4	28.4	20.4	19.8	20.7	21.1
	4H	27.2	28.2	17.5	18.6	18.9	17.1	18.2	17.4	28.5	18.8
	8H	29.0	20.0	19.4	20.3	20.7	18.9	19.0	19.2	20.2	20.5
SH	2H	20.2	20.8	20.8	21.3	21.7	20.8	20.7	20.4	21.1	21.5
	3H	21.0	21.8	21.5	22.0	22.5	20.8	21.4	21.3	21.8	22.3
	4H	21.4	21.9	21.9	22.3	22.8	21.1	21.6	21.6	22.1	22.6
	8H	21.7	22.1	22.1	22.6	23.1	21.4	21.8	21.9	22.3	22.8
SH	4H	20.2	20.9	20.7	21.3	21.7	20.8	20.7	20.5	21.1	21.5
	8H	21.1	21.6	21.6	22.1	22.5	20.9	21.4	21.4	21.9	22.3
	8H	21.5	21.9	22.0	22.4	22.9	21.3	21.7	21.8	22.2	22.7
Indicación de la posición del espectador para observaciones 5 entre luminarias											
S = 1,5H		+0.1	-0.1						+0.1	-0.1	
S = 1,5H		+0.2	-0.3						+0.2	-0.3	
S = 2,0H		+0.3	-0.6						+0.4	-0.6	
Tabla estándar		B106					B106				
Sumando de deslumbración		4.1					3.9				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2000lm Flujo luminoso total											

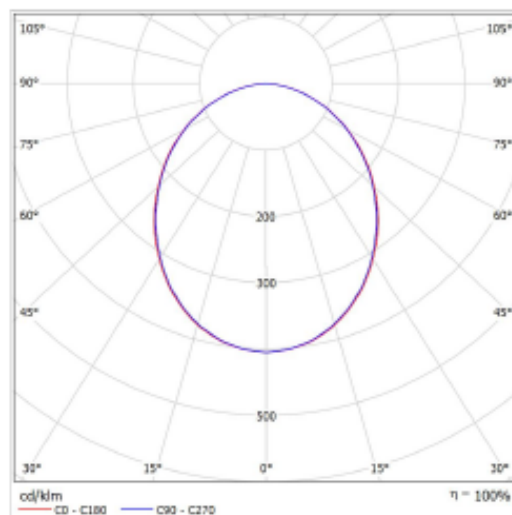
Ilustración 25. Ficha técnica de la luminaria SIMON 72660333-884 Luminaria 726 60x60 NW DALI.

6.2.1.3. SIMON 73520330-984 Downlight 735.20 Round empotrado 4000K General DALI Blanco.

SIMON 73520330-984 Downlight 735.20 Round empotrado 4000K General DALI. Blanco. / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 51 81 96 100 100

SIMON 73520330-984. Downlight 735.20 Round empotrado 4000K General DALI. Blanco.

Características técnicas:
Potencia 24W. Flujo 2400lm. Óptica General 4000K CRI 80. IP44. Equipo electrónico DALI.

Acabado en blanco, 1'300 Kg.

Certificaciones:
2006/95/CE - Directiva Baja Tensión.
2004/108/CE - Directiva CEM.
UNE-EN 60598: 2005 Luminarias.
UNE-EN 62031: 2009 Módulos LED para alumbrado General.

Requisitos de seguridad.
UNE-EN 61347-2-13: 2007 Dispositivos de control de lámpara.
UNE-EN 55015:2007 Límites y métodos de medida de las características relativas a la perturbación radioeléctrica de los equipos de iluminación y similares.
UNE-EN 61547 Equipos para alumbrado de uso General.

Requisitos de inmunidad - CEM.
UNE-EN 61000-3-2 Compatibilidad electromagnética (CEM).
UNE-EN 61000-3-3 Compatibilidad electromagnética (CEM).

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR										
γ Techo	70	70	56	50	30	70	70	56	50	30
γ Paredes	50	30	56	30	30	50	30	56	30	30
γ Suelo	20	20	28	20	20	20	28	20	20	20
Tamaño del local X	Fijado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	22.4	22.7	22.3	23.6	24.2	22.4	22.7	22.3	23.6
	3H	22.9	23.0	24.2	25.3	25.6	22.9	23.0	24.2	25.3
	4H	24.4	25.5	24.7	25.8	26.1	24.4	25.5	24.7	25.8
	6H	24.8	25.8	25.3	26.1	26.4	24.7	25.7	25.1	26.0
	8H	24.9	25.8	25.2	26.1	26.5	24.8	25.6	25.2	26.1
4H	2H	22.1	24.2	23.4	24.4	24.7	22.1	24.2	23.4	24.4
	3H	24.7	25.6	25.1	25.9	26.3	24.7	25.6	25.1	25.9
	4H	25.4	26.2	25.7	26.5	26.9	25.3	26.1	25.7	26.5
	6H	25.8	26.5	26.2	26.9	27.3	25.8	26.5	26.2	26.9
	8H	25.9	26.6	26.4	27.0	27.4	25.9	26.5	26.3	26.9
8H	2H	25.9	26.3	26.8	26.7	27.1	25.8	26.2	26.0	26.6
	4H	26.2	26.7	26.6	27.1	27.6	26.1	26.7	26.6	27.1
	6H	26.4	26.8	26.8	27.3	27.7	26.3	26.8	26.8	27.2
	12H	26.5	26.9	27.0	27.3	27.8	26.4	26.8	26.9	27.2
	12H	26.5	26.9	27.0	27.3	27.8	26.4	26.8	26.9	27.2
12H	4H	25.4	26.2	26.1	26.6	27.0	25.6	26.2	26.0	26.6
	6H	26.2	26.7	26.7	27.1	27.6	26.2	26.6	26.6	27.1
	8H	26.4	26.8	26.9	27.3	27.8	26.4	26.8	26.9	27.2
Rotación de la posición del espectador para separaciones > entre luminarias										
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.2				
S = 1.5H	+0.2 / -0.4					+0.2 / -0.4				
S = 2.0H	+0.5 / -0.7					+0.5 / -0.8				
Tabla estándar										
Comando de rotación	800					800				
	8.8					8.8				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total										

Ilustración 26. Ficha técnica de la luminaria SIMON 73520330-984 Downlight 735.20 Round empotrado 4000K General DALI Blanco.

6.2.1.4. SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI Blanco

SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI Blanco. / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 51 81 96 100 100

SIMON 73521330-983. Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI. Blanco.

Características técnicas:
Potencia 24W. Flujo 2200lm. Óptica General 3000K CRI 80. IP44. Equipo electrónico DALI.

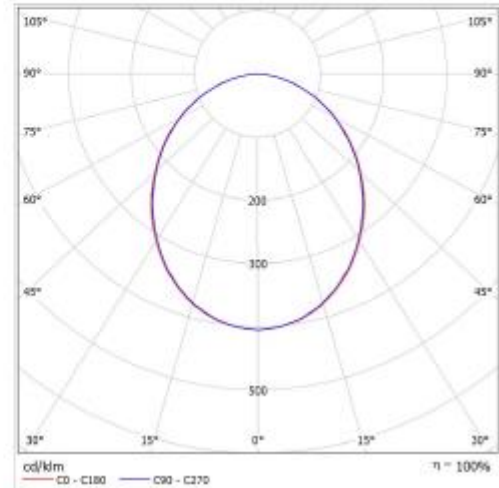
Acabado en blanco, 1'300 Kg.

Certificaciones:
2006/95/CE - Directiva Baja Tensión.
2004/108/CE - Directiva CEM.
UNE-EN 60598: 2005 Luminarias.
UNE-EN 62031: 2009 Módulos LED para alumbrado General.

Requisitos de seguridad.
UNE-EN 61347-2-13: 2007 Dispositivos de control de lámpara.
UNE-EN 55015:2007 Límites y métodos de medida de las características relativas a la perturbación radioeléctrica de los equipos de iluminación y similares.
UNE-EN 61547 Equipos para alumbrado de uso General.

Requisitos de inmunidad - CEM.
UNE-EN 61000-3-2 Compatibilidad electromagnética (CEM).
UNE-EN 61000-3-3 Compatibilidad electromagnética (CEM).

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
Techo:		30	35	40	50	60	70	80	90	100	
Paredes:		30	35	40	50	60	70	80	90	100	
Suelo:		30	35	40	50	60	70	80	90	100	
Tamaño del local		Fijado en perpendicular al eje de lámpara					Medido longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y										
2H	2H	21,9	22,9	23,8	22,8	23,0	21,9	22,8	21,6	22,8	23,8
	3H	22,7	23,9	23,8	24,1	24,4	22,7	23,9	23,0	24,1	24,4
	4H	23,3	24,4	23,8	24,6	24,9	23,3	24,3	23,6	24,6	24,9
	6H	23,8	24,6	24,3	24,9	25,2	23,8	24,6	23,9	24,9	25,2
	8H	23,7	24,7	24,1	25,0	25,3	23,7	24,6	24,0	24,9	25,3
4H	2H	21,9	22,0	22,3	22,3	22,6	21,8	22,0	22,3	22,3	22,6
	3H	22,5	24,5	23,8	24,6	25,1	22,5	24,5	23,0	24,0	25,1
	4H	24,2	25,0	24,6	25,4	25,7	24,2	25,0	24,6	25,4	25,7
	6H	24,7	25,4	25,3	25,8	26,2	24,6	25,3	25,0	25,7	26,2
	8H	24,8	25,5	25,3	25,8	26,3	24,7	25,4	25,2	25,8	26,3
8H	2H	24,9	25,5	25,3	25,9	26,3	24,8	25,4	25,2	25,9	26,3
	3H	24,5	25,1	24,8	25,5	25,9	24,4	25,1	24,9	25,5	25,9
	4H	25,0	25,8	25,5	26,0	26,4	25,0	25,8	25,4	25,9	26,4
	6H	25,2	25,7	25,7	26,1	26,6	25,2	25,6	25,6	26,1	26,6
	8H	25,3	25,7	25,8	26,2	26,7	25,2	25,6	25,7	26,1	26,6
10H	4H	24,5	25,1	24,9	25,5	25,9	24,5	25,0	24,9	25,5	25,9
	6H	25,1	25,5	25,5	26,0	26,5	25,0	25,5	25,5	25,9	26,4
	8H	25,2	25,7	25,8	26,1	26,6	25,2	25,6	25,7	26,1	26,6

Ilustración 27. Ficha técnica de la luminaria SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI Blanco.

6.2.1.5. SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI

SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 91
Código CIE Flux: 44 74 92 91 100

SIMON 78032333-884. Luminaria estanca 780 IP65 4000K 1500 DALI.

Características técnicas:
Potencia 40W. Flujo 5700 lm. Óptica General 4000K CRI 80. IP65. Equipo electrónico DALI.

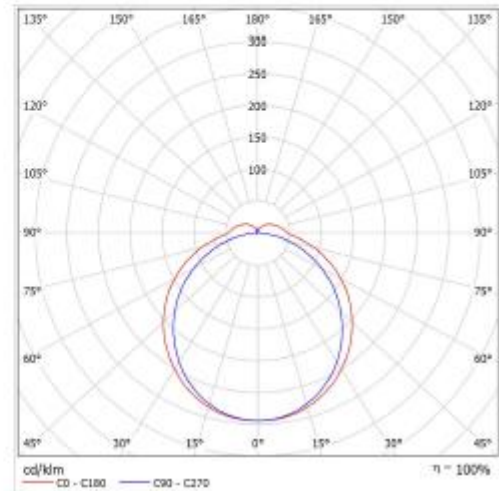
Acabado en blanco, 1,0Kg

Certificaciones:
2006/95/CE - Directiva Baja Tensión.
2004/108/CE - Directiva CEM.
UNE-EN 60598: 2005 Luminarias.
UNE-EN 62031: 2009 Módulos LED para alumbrado General.

Requisitos de seguridad.
UNE-EN 61347-2-13: 2007 Dispositivos de control de lámpara.
UNE-EN 55015:2007 Límites y métodos de medida de las características relativas a la perturbación radioeléctrica de los equipos de iluminación y similares.
UNE-EN 61547 Equipos para alumbrado de uso General.

Requisitos de inmunidad - CEM.
UNE-EN 61000-3-2 Compatibilidad electromagnética (CEM).
UNE-EN 61000-3-3 Compatibilidad electromagnética (CEM).

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
Techo:		30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Paredes:		30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Suelo:		30	30	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	X	Y	Filtro en perpendicular al eje de lámpara				Filtro longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	2H	21,7	23,0	22,3	21,4	23,8	21,4	22,7	21,8	23,1
	3H	3H	23,5	24,6	24,0	23,1	25,5	22,9	24,0	23,3	24,6
	4H	4H	24,3	25,4	24,8	23,8	26,3	23,4	24,8	23,9	24,9
	5H	5H	25,0	26,0	25,3	24,4	26,9	23,8	24,8	24,3	25,7
	6H	6H	25,3	26,2	25,6	24,7	27,2	23,9	24,8	24,4	25,5
4H	12H	12H	25,6	26,5	26,1	27,0	27,5	23,9	24,8	24,4	25,5
	3H	3H	22,4	22,4	22,8	22,9	24,4	22,1	22,2	22,6	22,6
	3H	3H	24,3	25,2	24,8	25,7	26,3	22,8	24,7	24,3	25,2
	4H	4H	25,3	26,1	25,8	26,6	27,1	24,5	25,3	25,0	26,1
	4H	4H	26,1	26,8	26,7	27,4	28,0	24,9	25,6	25,5	26,2
8H	9H	9H	26,5	27,1	27,1	27,7	28,3	25,6	25,7	25,6	26,2
	12H	12H	26,8	27,4	27,4	28,0	28,6	25,1	25,7	25,7	26,3
	4H	4H	25,5	26,2	26,1	26,8	27,4	24,8	25,5	25,4	26,0
	4H	4H	26,6	27,1	27,3	27,7	28,4	24,8	26,0	26,1	26,6
	8H	8H	27,1	27,8	27,7	28,2	28,8	25,7	26,2	26,3	26,8
12H	12H	27,6	28,0	28,1	28,6	29,3	25,8	26,2	26,4	26,8	
	4H	4H	25,6	26,2	26,1	26,7	27,4	24,9	25,5	25,5	26,1
	8H	8H	26,6	27,2	27,2	27,7	28,4	25,6	26,1	26,2	26,7
8H	8H	27,2	27,8	27,8	28,2	28,9	25,9	26,3	26,5	26,9	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1,2H		+0,1 / -0,1				+0,1 / -0,1					
S = 1,5H		+0,2 / -0,3				+0,2 / -0,3					
S = 2,0H		+0,3 / -0,5				+0,4 / -0,8					
Tabla estándar		8007				8006					
Sumando de corrección		10,4				8,9					

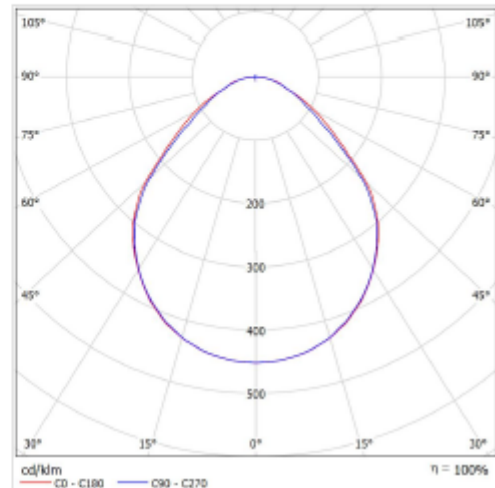
Ilustración 28. Ficha técnica de la luminaria SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI.

6.2.1.6. SIMON 72060340-686 Luminaria 720 Modular 60x60 Low Glare BIO DALI DT6

SIMON 72060340-686 Luminaria 720 Modular 60x60 Low Glare BIO DALI DT6 / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 99
Código CIE Flux: 58 87 97 99 100

SIMON 72060340-686. Luminaria 720 Modular 60x60 Low Glare BIO DALI DT6.

Características técnicas:
IP44. Flujo 3900lm. Tc LED BIO Óptica MICROPRISMATIZADA. CRI 82.
Potencia 30W. Equipo electrónico DALI.

Acabado en blanco, 4'900 Kg.

Certificaciones:
2006/95/CE - Directiva Baja Tensión.
2004/108/CE - Directiva CEM.
UNE-EN 60598: 2005 Luminarias.
UNE-EN 62031: 2009 Módulos LED para alumbrado general.

Requisitos de seguridad.
UNE-EN 61347-2-13: 2007 Dispositivos de control de lámpara.
UNE-EN 55015:2007 Límites y métodos de medida de las características relativas a la perturbación radioeléctrica de los equipos de iluminación y similares.

UNE-EN 61547 Equipos para alumbrado de uso general.

Requisitos de inmunidad - CEM.
UNE-EN 61000-3-2 Compatibilidad electromagnética (CEM).
UNE-EN 61000-3-3 Compatibilidad electromagnética (CEM).

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR																	
		70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120					
p. Techo		90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90					
p. Paredes		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20					
p. Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20					
Tono del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara						Mirado longitudinalmente al eje de lámpara									
X	Y																
2H	2H	36.1	17.2	18.4	17.8	17.7	36.9	17.2	16.3	17.4	17.6						
	3H	36.9	17.9	17.2	18.2	18.5	36.8	17.9	17.1	20.1	18.4						
	4H	17.3	20.2	17.6	18.5	18.8	17.1	18.1	17.5	20.4	18.7						
	6H	17.6	20.5	17.8	18.8	19.1	17.4	18.3	17.8	20.7	19.0						
	8H	17.7	20.6	18.1	18.9	19.2	17.6	18.4	17.9	20.7	19.1						
4H	12H	17.8	20.6	18.2	19.0	19.3	17.6	18.5	18.0	20.8	19.1						
	2H	36.4	17.4	18.8	17.7	18.0	36.4	17.2	16.7	17.6	17.9						
	3H	17.4	20.2	17.8	18.6	18.9	17.4	18.2	17.7	20.5	18.9						
	4H	17.9	20.6	18.3	19.0	19.4	17.8	18.6	18.2	20.9	19.2						
	6H	20.4	20.0	18.8	19.4	19.8	18.3	18.9	18.7	20.2	19.7						
8H	8H	20.6	20.1	19.8	19.6	20.0	18.4	19.0	18.9	20.4	19.9						
	12H	20.7	20.2	19.2	19.7	20.1	18.6	19.1	19.0	20.5	20.0						
	4H	38.1	20.6	18.5	20.1	20.5	38.9	18.6	18.4	20.0	19.4						
	6H	20.7	20.1	19.1	19.6	20.0	18.4	19.1	19.1	20.5	20.0						
	8H	20.9	20.4	19.4	19.8	20.3	18.9	19.3	19.4	20.7	20.2						
12H	12H	20.2	20.5	19.7	20.0	20.5	19.1	19.4	19.6	20.9	20.4						
	4H	38.1	20.6	18.5	20.0	20.5	38.8	18.5	18.5	20.0	19.4						
	6H	20.7	19.1	19.2	20.6	20.1	18.7	19.1	19.1	20.5	20.0						
8H	20.0	19.4	19.5	20.9	20.4	19.8	19.3	19.5	20.0	20.2							

Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias		
S = 1.0H	+0.3 / -0.4	+0.3 / -0.4
S = 1.5H	+0.6 / -0.8	+0.5 / -0.9
S = 2.0H	+1.1 / -1.2	+1.2 / -1.4
Tabla estándar	B90H	B90H
Sumando de deslumbramiento	1.2	1.1

Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2000lx flujo luminoso total

Ilustración 29. Ficha técnica de la luminaria SIMON 72060340-686 Luminaria 720 Modular 60x60 Low Glare BIO DALI DT6.

6.2.1.7. SIMON 70325330-483 Downlight 703.25 3000K WIDE FLOOD DALI

SIMON 70325330-483 Downlight 703.25 3000K WIDE FLOOD DALI / Hoja de datos de luminarias

Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 95 97 99 100 100

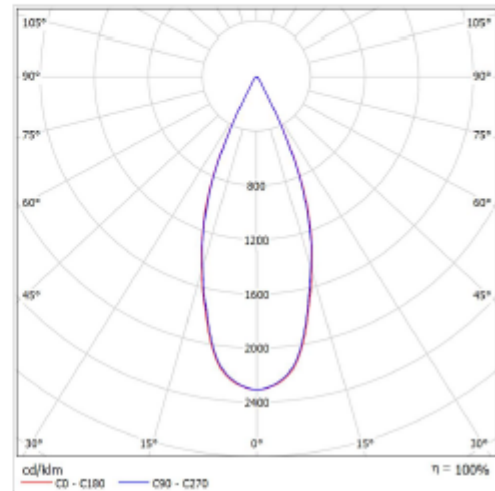
SIMON 70325330-483. Luminaria tipo downlight interior empotrable.

Características técnicas:
IP65. Flujo 630lm. Tc LED 3000K. Óptica WIDE FLOOD. CRI 82. Potencia 7,5W. Equipo electrónico.

Acabado en blanco, 0,200Kg.

Certificaciones:
2006/95/CE - Directiva Baja Tensión.
2004/108/CE - Directiva CEM.
UNE-EN 60598: 2005 Luminarias.
UNE-EN 62031: 2009 Módulos LED para alumbrado general. Requisitos de seguridad.
UNE-EN 61347-2-13: 2007 Dispositivos de control de lámpara.
UNE-EN 55015:2007 Límites y métodos de medida de las características relativas a la perturbación radioeléctrica de los equipos de iluminación y similares.
UNE-EN 61547 Equipos para alumbrado de uso general.Requisitos de Inmunidad - CEM.
UNE-EN 61000-3-2 Compatibilidad electromagnética (CEM).
UNE-EN 61000-3-3 Compatibilidad electromagnética (CEM).

Emisión de luz 1:



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

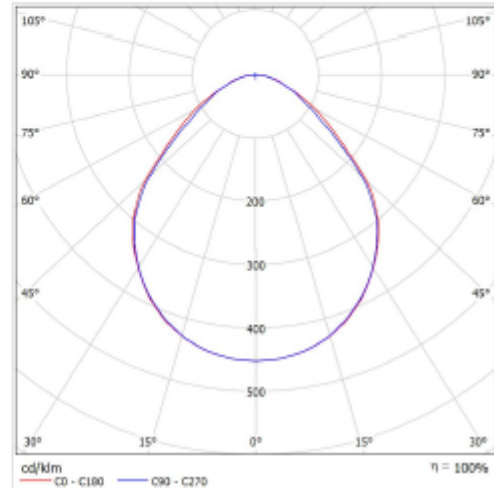
Ilustración 30. Ficha técnica de la luminaria SIMON 70325330-483 Downlight 703.25 3000K WIDE FLOOD DALI.

6.2.1.8. SIMON 72061340-683 Luminaria 720 Advance M4 120x30 3000K Low Glare DALI

SIMON 72061340-683 Luminaria 720 Advance M4 120x30 3000K Low Glare DALI / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 99
Código CIE Flux: 58 87 97 99 100

SIMON 72061340-683. Luminaria 720 Advance M4 120x30 3000K Low Glare DALI .

Características técnicas:
Potencia 28W. Flujo 3200lm. Óptica Microprismatizada 3000K CRI 82. IP44. Equipo electrónico DALI.

Acabado en blanco, 4'900 Kg.

Certificaciones:
2006/95/CE - Directiva Baja Tensión.
2004/108/CE - Directiva CEM.
UNE-EN 60598: 2005 Luminarias.
UNE-EN 62031: 2009 Módulos LED para alumbrado General.

Requisitos de seguridad.
UNE-EN 61347-2-13: 2007 Dispositivos de control de lámpara.
UNE-EN 55015:2007 Límites y métodos de medida de las características relativas a la perturbación radioeléctrica de los equipos de iluminación y similares.
UNE-EN 61547 Equipos para alumbrado de uso General.

Requisitos de inmunidad - CEM.
UNE-EN 61000-3-2 Compatibilidad electromagnética (CEM).
UNE-EN 61000-3-3 Compatibilidad electromagnética (CEM).

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	75	80	85	90	70	75	80	85	90
p. Techo		90	30	58	30	30	90	30	58	30	30
p. Paredes		20	20	28	20	20	20	20	28	20	20
p. Suelo		20	20	28	20	20	20	20	28	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y										
2H	2H	35.9	26.7	18.8	16.9	17.1	35.9	18.8	18.8	26.9	17.1
	3H	36.3	17.3	18.8	17.6	17.9	36.3	17.3	16.6	17.6	17.9
	4H	26.7	17.6	17.6	17.6	18.2	26.8	17.6	17.0	17.9	18.2
	6H	17.0	17.9	17.3	18.2	18.5	16.9	17.8	17.3	18.1	18.5
4H	2H	17.1	38.0	17.5	18.3	18.6	17.0	17.9	17.4	18.2	18.6
	3H	17.2	38.0	17.6	18.4	18.7	17.1	17.9	17.5	18.3	18.6
	4H	15.9	26.0	16.2	17.1	17.4	15.9	16.0	16.2	17.1	17.4
	6H	15.8	17.7	17.2	18.0	18.3	15.8	17.7	17.2	18.0	18.3
8H	2H	17.3	35.0	17.7	18.4	18.0	17.3	18.0	17.7	18.4	18.7
	3H	17.8	29.4	18.3	18.0	19.2	17.7	18.4	18.2	18.0	19.2
	4H	18.0	28.5	18.4	18.9	19.4	17.9	18.5	18.4	18.9	19.2
	6H	18.1	18.6	18.6	19.0	19.5	18.1	18.6	18.5	19.0	19.4
12H	2H	17.5	28.1	17.9	18.5	18.9	17.5	18.0	17.9	18.4	18.9
	3H	18.1	18.5	18.5	19.0	19.4	18.1	18.5	18.5	19.0	19.4
	4H	18.3	18.7	18.6	19.2	19.7	18.3	18.6	18.6	19.2	19.7
	6H	18.5	18.9	19.0	19.4	19.9	18.6	18.9	19.1	19.4	19.9
12H	4H	17.5	18.0	17.9	18.4	18.9	17.5	18.0	17.9	18.4	18.9
	6H	18.1	18.5	18.6	19.0	19.5	18.1	18.5	18.6	19.0	19.5
	8H	18.4	18.8	18.9	19.2	19.8	18.4	18.8	18.9	19.2	19.8
	12H	18.4	18.8	18.9	19.2	19.8	18.4	18.8	18.9	19.2	19.8
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.3 / -0.4					+0.3 / -0.4				
S = 1.5H		+0.8 / -0.0					+0.5 / -0.9				
S = 2.0H		+1.1 / -1.3					+1.1 / -1.3				
Tabla estándar		B30H					B30H				
Sesgado de posición		0.8					0.6				

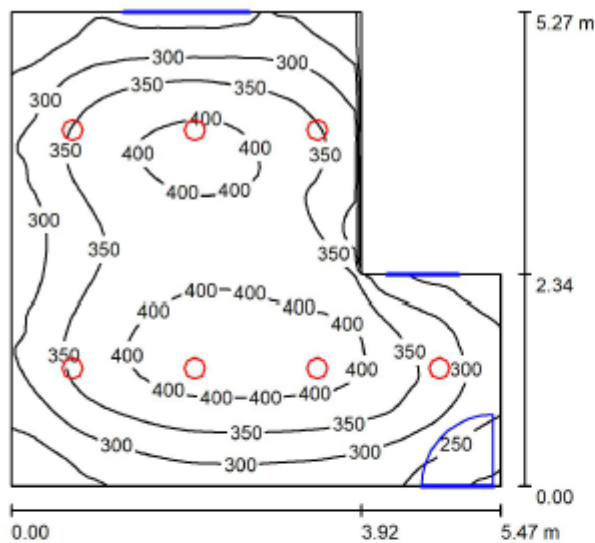
Ilustración 31. Ficha técnica de la luminaria SIMON 72061340-683 Luminaria 720 Advance M4 120x30 3000K Low Glare DALI.

6.3. Cálculos

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para cada una de estancias del edificio.

6.3.1. Planta segunda

6.3.1.1. Habitaciones dobles izquierda



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.105 m

Valores en Lux, Escala 1:68

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	336	194	428	0.575
Suelo	20	274	171	340	0.625
Techo	70	78	58	162	0.735
Paredes (6)	50	186	74	747	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

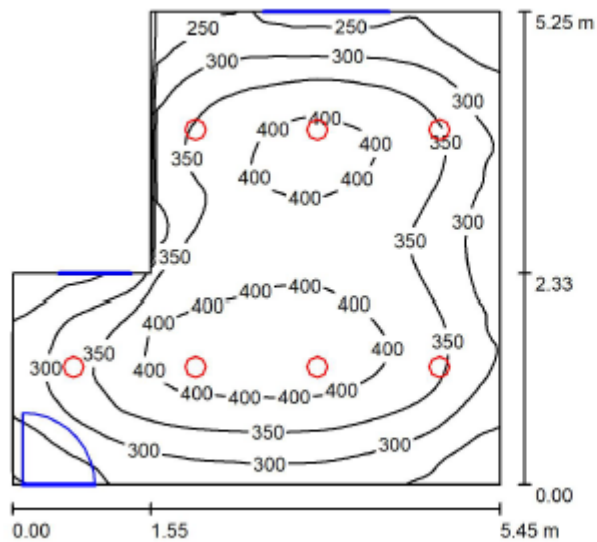
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	7	SIMON 73520330-984 Downlight 735.20 Round empotrado 4000K General DALI. Blanco. (1.000)	2400	2400	24.0
Total:			16800	Total: 16800	168.0

Valor de eficiencia energética: $6.93 \text{ W/m}^2 = 2.06 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.24 m^2)

Ilustración 32. Resultados luminotécnicos obtenidos de las habitaciones dobles izquierda.

6.3.1.2. Habitaciones dobles derecha



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.105 m

Valores en Lux, Escala 1:68

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	337	196	429	0.582
Suelo	20	274	175	340	0.637
Techo	70	78	57	163	0.732
Paredes (6)	50	186	71	751	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

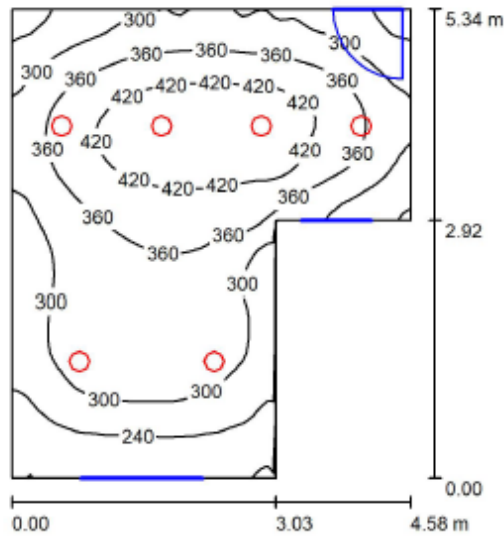
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	7	SIMON 73520330-984 Downlight 735.20 Round empotrado 4000K General DALI. Blanco. (1.000)	2400	2400	24.0
			Total: 16800	Total: 16800	168.0

 Valor de eficiencia energética: $6.97 \text{ W/m}^2 = 2.07 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.10 m^2)

Ilustración 33. Resultados luminotécnicos obtenidos de las habitaciones dobles derecha.

6.3.1.3. Habitaciones simples



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.105 m

Valores en Lux, Escala 1:69

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	332	170	465	0.513
Suelo	20	264	164	344	0.621
Techo	70	79	51	160	0.643
Paredes (6)	50	185	66	615	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

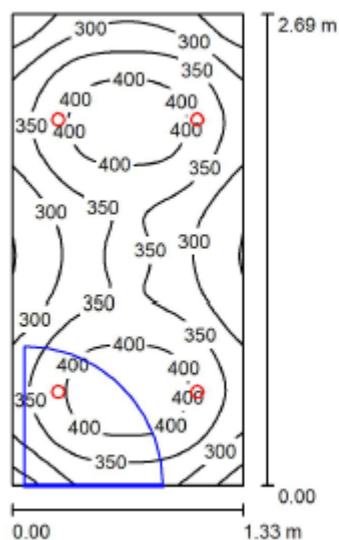
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	SIMON 73520330-984 Downlight 735.20 Round empotrado 4000K General DALI. Blanco. (1.000)	2400	2400	24.0
			Total: 14400	Total: 14400	144.0

 Valor de eficiencia energética: $7.22 \text{ W/m}^2 = 2.17 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 19.95 m^2)

Ilustración 34. Resultados luminotécnicos obtenidos de las habitaciones simples.

6.3.1.4. Baños habitaciones



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.072 m

Valores en Lux, Escala 1:35

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	346	208	443	0.602
Suelo	20	270	188	322	0.694
Techo	70	45	37	56	0.812
Paredes (4)	50	93	43	408	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 32 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

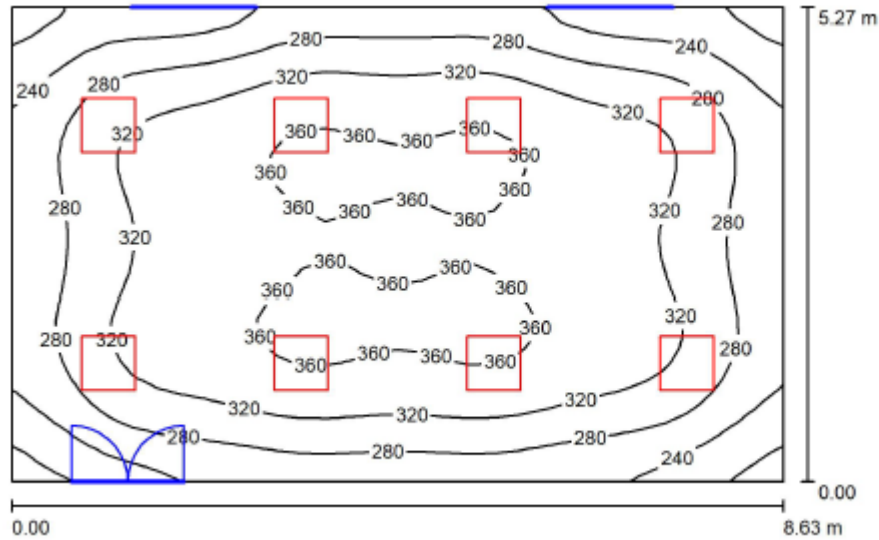
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 4000K WIDE FLOOD (1.000)	680	680	7.5
Total:			2720	Total: 2720	30.0

 Valor de eficiencia energética: $8.37 \text{ W/m}^2 = 2.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.59 m^2)

Ilustración 35. Resultados luminotécnicos obtenidos de los baños de las habitaciones.

6.3.1.5. Sala audiovisuales



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.105 m

Valores en Lux, Escala 1:68

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	307	187	371	0.610
Suelo	20	262	172	320	0.657
Techo	70	72	66	96	0.908
Paredes (4)	50	180	84	289	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	19	19	
Trama: 32 x 32 Puntos	Pared inferior	19	19	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

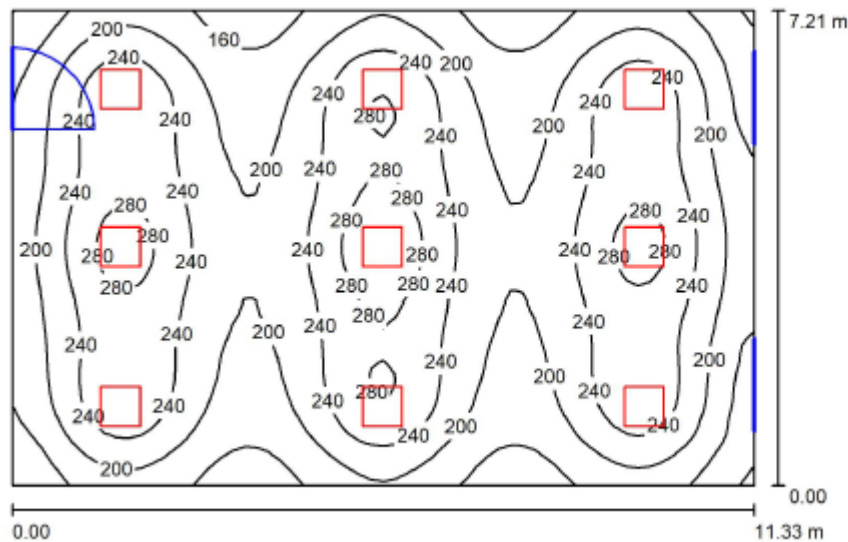
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	SIMON 72660333-884 Luminaria 726 60x60 NW DALI (1.000)	3200	3200	39.0
			Total: 25600	Total: 25600	312.0

Valor de eficiencia energética: $6.86 \text{ W/m}^2 = 2.24 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 45.46 m^2)

Ilustración 36. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de audiovisuales.

6.3.1.6. Sala estudio



Altura del local: 3.009 m, Altura de montaje: 3.009 m

Valores en Lux, Escala 1:93

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	219	114	308	0.521
Suelo	20	193	120	240	0.623
Techo	70	46	30	70	0.666
Paredes (4)	50	122	49	230	/

Plano útil:

 Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

UGR

 Pared izq
 Pared inferior
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

 21
 20

Tran

 20
 20

al eje de luminaria

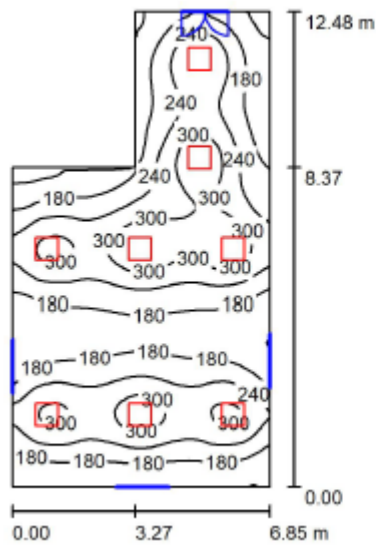
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	SIMON 72660333-884 Luminaria 726 60x60 NW DALI (1.000)	3200	3200	39.0
			Total: 28800	Total: 28800	351.0

 Valor de eficiencia energética: $4.29 \text{ W/m}^2 = 1.96 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 81.75 m^2)

Ilustración 37. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de estudio.

6.3.1.7. Sala trabajos



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.709 m

Valores en Lux, Escala 1:161

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	224	101	354	0.453
Suelo	20	194	104	265	0.537
Techo	70	45	34	79	0.758
Paredes (6)	50	117	46	335	/

Plano útil:

 Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

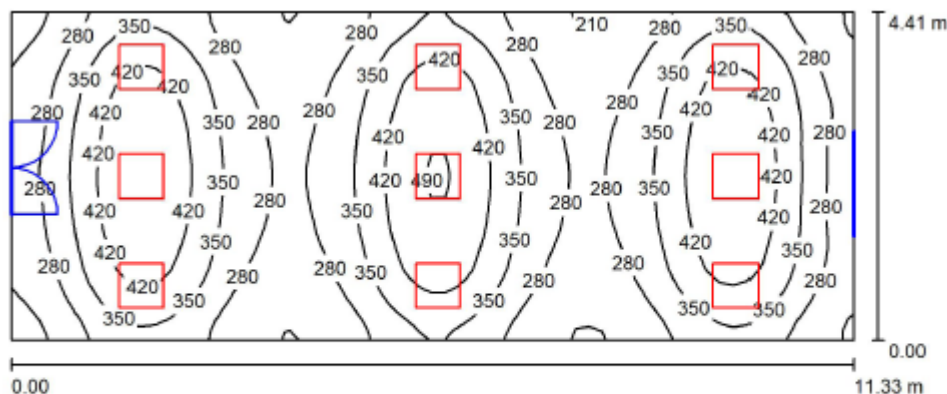
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	SIMON 72660333-884 Luminaria 726 60x60 NW DALI (1.000)	3200	3200	39.0
			Total: 25600	Total: 25600	312.0

 Valor de eficiencia energética: $4.33 \text{ W/m}^2 = 1.94 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 71.99 m^2)

Ilustración 38. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de trabajos.

6.3.1.8. Sala juegos



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.709 m

Valores en Lux, Escala 1:82

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	337	178	501	0.530
Suelo	20	285	179	360	0.630
Techo	70	73	50	119	0.685
Paredes (4)	50	192	79	548	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	20	19	
Trama: 64 x 32 Puntos	Pared inferior	20	20	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

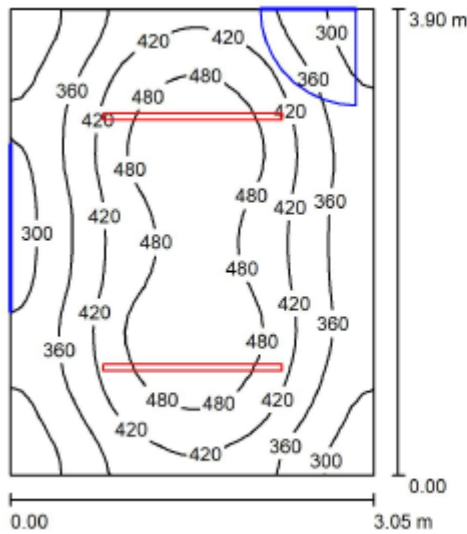
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	SIMON 72660333-884 Luminaria 726 60x60 NW DALI (1.000)	3200	3200	39.0
			Total: 28800	Total: 28800	351.0

 Valor de eficiencia energética: $7.02 \text{ W/m}^2 = 2.09 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 49.98 m^2)

Ilustración 39. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de juegos.

6.3.1.9. Telecomunicaciones



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m

Valores en Lux, Escala 1:51

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	403	252	532	0.624
Suelo	20	298	213	356	0.714
Techo	70	160	80	851	0.503
Paredes (4)	50	238	122	517	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq 22	22	21	
Trama: 32 x 32 Puntos	Pared inferior 23	23	23	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

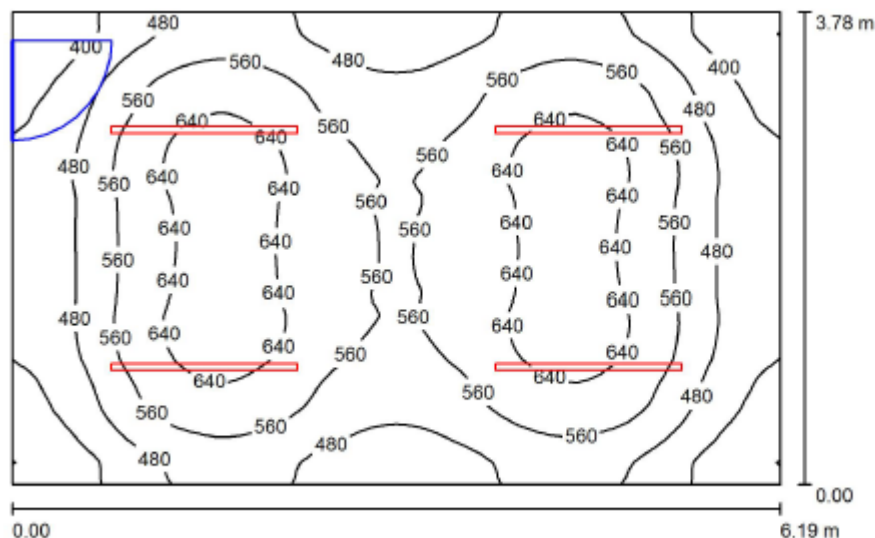
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	SIMON 78032333-884 Luminaria estancia 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
			Total: 11400	Total: 11400	100.0

Valor de eficiencia energética: $8.41 \text{ W/m}^2 = 2.09 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 11.89 m^2)

Ilustración 40. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto de telecomunicaciones.

6.3.1.10. Cuarto instalaciones solar térmica



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:49

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	538	314	686	0.584
Suelo	20	430	295	513	0.687
Techo	70	196	103	875	0.528
Paredes (4)	50	317	159	581	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran-	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq 24	24	23	
Trama: 64 x 64 Puntos	Pared inferior 24	24	24	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

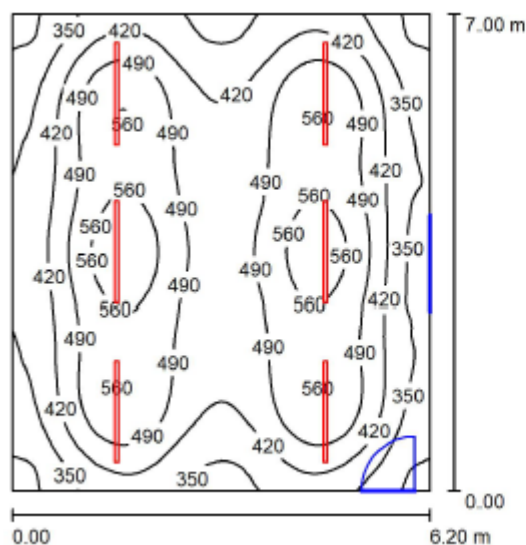
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
Total:			22800	22800	200.0

Valor de eficiencia energética: $8.55 \text{ W/m}^2 = 1.59 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 23.39 m^2)

Ilustración 41. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto de las instalaciones solar térmica.

6.3.1.11. Cuarto usos varios



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m

Valores en Lux, Escala 1:90

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	451	259	604	0.573
Suelo	20	380	249	459	0.654
Techo	70	143	84	751	0.584
Paredes (4)	50	256	141	495	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq 25	25	24	
Trama: 64 x 64 Puntos	Pared inferior (CIE, SHR = 0.25.)	25	24	
Zona marginal: 0.000 m				

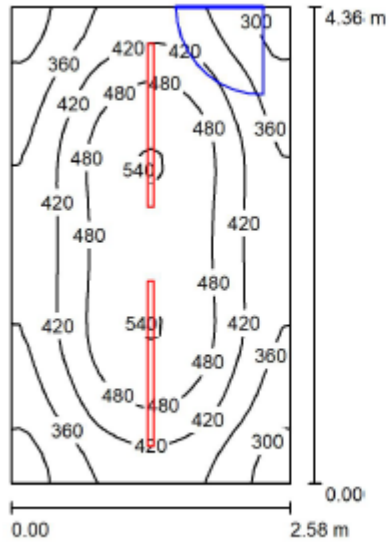
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	SIMON 78032333-884 Luminaria estancia 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
			Total: 34200	Total: 34200	300.0

 Valor de eficiencia energética: $6.92 \text{ W/m}^2 = 1.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 43.35 m^2)

Ilustración 42. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto de usos varios.

6.3.1.12. Cuarto instalaciones varias



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m

Valores en Lux, Escala 1:56

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	422	260	545	0.617
Suelo	20	308	218	370	0.707
Techo	70	170	89	811	0.525
Paredes (4)	50	252	135	572	/

Plano útil:	Altura:	Trama:	Zona marginal:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
	0.850 m	32 x 32 Puntos	0.000 m	Pared izq	22	22	
				Pared inferior	23	23	
				(CIE, SHR = 0.25.)			

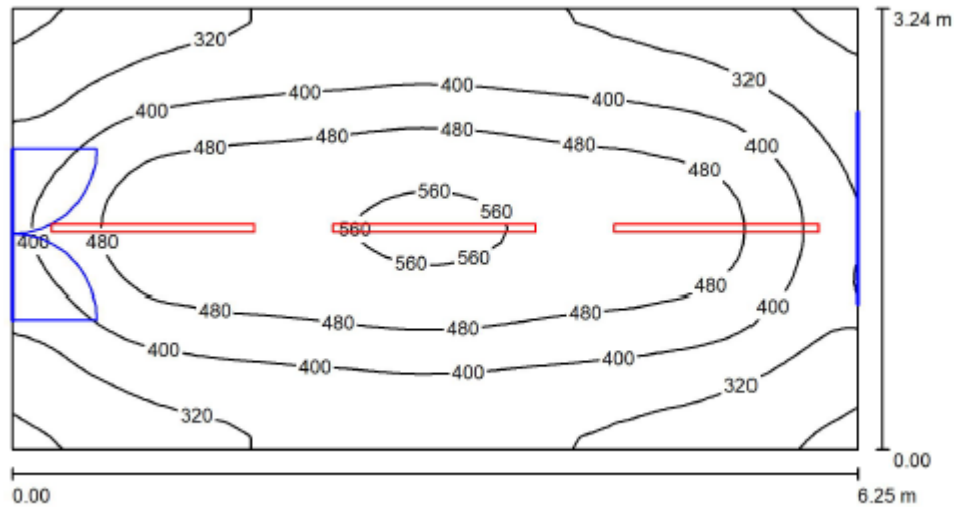
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	SIMON 78032333-884 Luminaria estancia 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
			Total: 11400	Total: 11400	100.0

 Valor de eficiencia energética: $8.90 \text{ W/m}^2 = 2.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 11.23 m^2)

Ilustración 43. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto de instalaciones varias.

6.3.1.13. Lavandería



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m

Valores en Lux, Escala 1:45

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	408	225	577	0.551
Suelo	20	317	205	397	0.645
Techo	70	142	74	714	0.522
Paredes (4)	50	224	117	631	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran-	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq 24	24	23	
Trama: 64 x 32 Puntos	Pared inferior 22	22	22	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

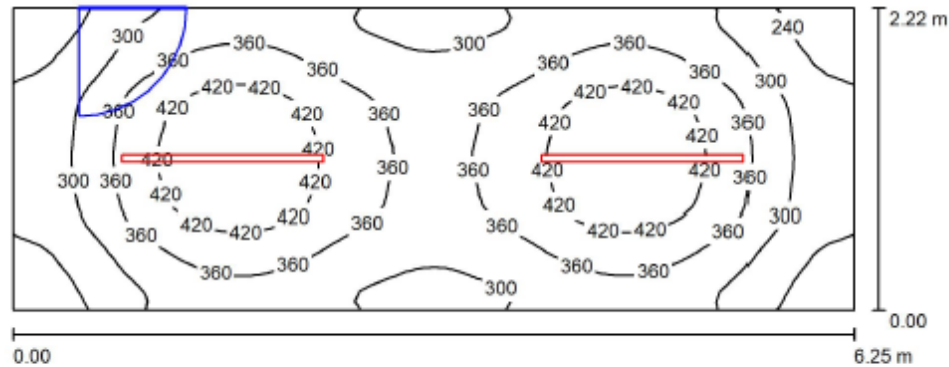
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	SIMON 78032333-884 Luminaria estancia 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
			Total: 17100	Total: 17100	150.0

 Valor de eficiencia energética: $7.42 \text{ W/m}^2 = 1.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 20.21 m^2)

Ilustración 44. Resultados luminotécnicos obtenidos de la lavandería.

6.3.1.14. Almacén lavandería



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m

Valores en Lux, Escala 1:45

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	345	205	470	0.596
Suelo	20	253	175	298	0.690
Techo	70	138	67	835	0.489
Paredes (4)	50	204	103	377	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

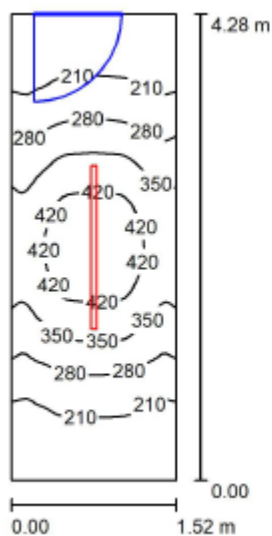
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	SIMON 78032333-884 Luminaria estancia 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
Total:			11400	Total: 11400	100.0

 Valor de eficiencia energética: $7.20 \text{ W/m}^2 = 2.09 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 13.89 m^2)

Ilustración 45. Resultados luminotécnicos obtenidos del almacén de la lavandería.

6.3.1.15. Cuarto limpieza



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m

Valores en Lux, Escala 1:56

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	288	139	463	0.483
Suelo	20	194	126	255	0.651
Techo	70	140	50	746	0.357
Paredes (4)	50	175	62	619	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran-	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	22	21	
Trama: 32 x 64 Puntos	Pared inferior	23	23	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

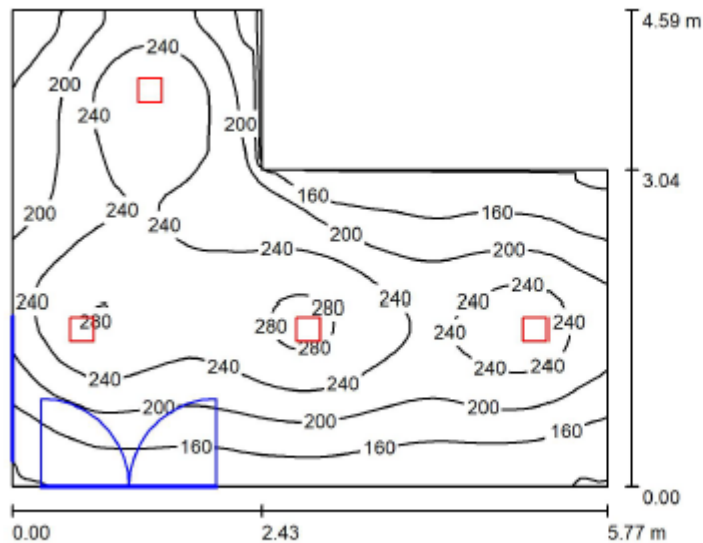
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	SIMON 78032333-884 Luminaria estancia 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
			Total: 5700	Total: 5700	50.0

 Valor de eficiencia energética: $7.68 \text{ W/m}^2 = 2.66 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 6.51 m^2)

Ilustración 46. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto de limpieza.

6.3.1.16. Escalera ala derecha



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.805 m

Valores en Lux, Escala 1:59

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	209	108	290	0.516
Suelo	20	165	103	206	0.624
Techo	70	46	31	81	0.671
Paredes (6)	50	109	38	375	/

Plano útil:

 Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

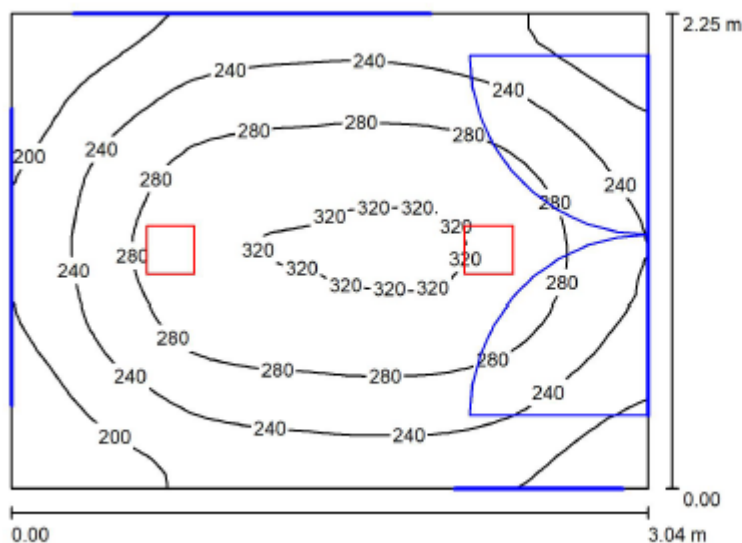
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI. Blanco. (1.000)	2200	2200	24.0
			Total: 8800	Total: 8800	96.0

 Valor de eficiencia energética: $4.51 \text{ W/m}^2 = 2.16 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.31 m^2)

Ilustración 47. Resultados luminotécnicos obtenidos de la escalera del ala derecha.

6.3.1.17. V.I. ala derecha



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.805 m

Valores en Lux, Escala 1:29

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	252	159	328	0.630
Suelo	20	180	135	214	0.751
Techo	70	64	47	82	0.734
Paredes (4)	50	137	55	333	/

Plano útil:

 Altura: 0.850 m
 Trama: 32 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

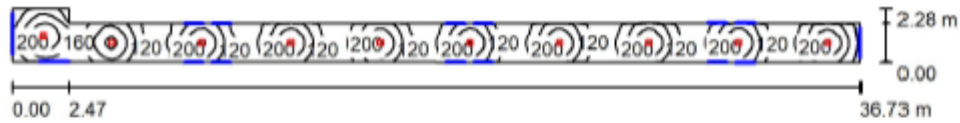
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI. Blanco. (1.000)	2200	2200	24.0
			Total: 4400	Total: 4400	48.0

 Valor de eficiencia energética: $7.03 \text{ W/m}^2 = 2.79 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 6.82 m^2)

Ilustración 48. Resultados luminotécnicos obtenidos del vestíbulo de independencia del ala derecha.

6.3.1.18. Distribuidor ala derecha



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.805 m

Valores en Lux, Escala 1:263

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	156	88	252	0.564
Suelo	20	121	95	153	0.781
Techo	70	41	28	66	0.687
Paredes (6)	50	88	36	276	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

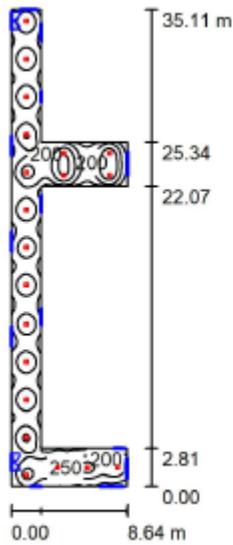
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	10	SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI. Blanco. (1.000)	2200	2200	24.0
			Total: 22000	Total: 22000	240.0

 Valor de eficiencia energética: $3.85 \text{ W/m}^2 = 2.46 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 62.38 m^2)

Ilustración 49. Resultados luminotécnicos obtenidos del distribuidor del ala derecha.

6.3.1.19. Distribuidor ala principal



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.805 m

Valores en Lux, Escala 1:451

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	198	101	319	0.511
Suelo	20	163	113	233	0.692
Techo	70	44	30	76	0.683
Paredes (10)	50	105	35	338	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

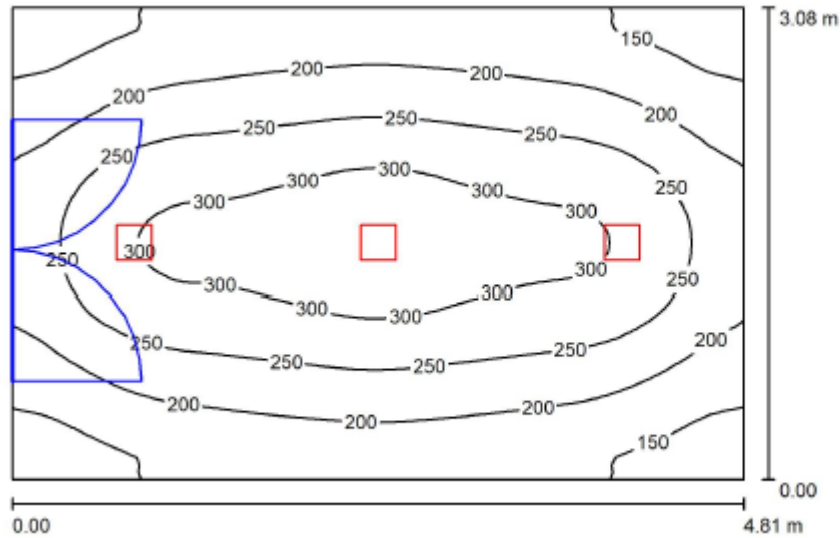
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI. Blanco. (1.000)	2200	2200	24.0
			Total: 44000	Total: 44000	480.0

 Valor de eficiencia energética: $4.10 \text{ W/m}^2 = 2.07 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 117.11 m^2)

Ilustración 50. Resultados luminotécnicos obtenidos del distribuidor del ala principal.

6.3.1.20. Escalera emergencia



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.805 m

Valores en Lux, Escala 1:40

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	228	119	334	0.523
Suelo	20	175	113	225	0.642
Techo	70	50	35	66	0.694
Paredes (4)	50	112	42	290	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq 23	23	23	
Trama: 64 x 64 Puntos	Pared inferior 22	22	22	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

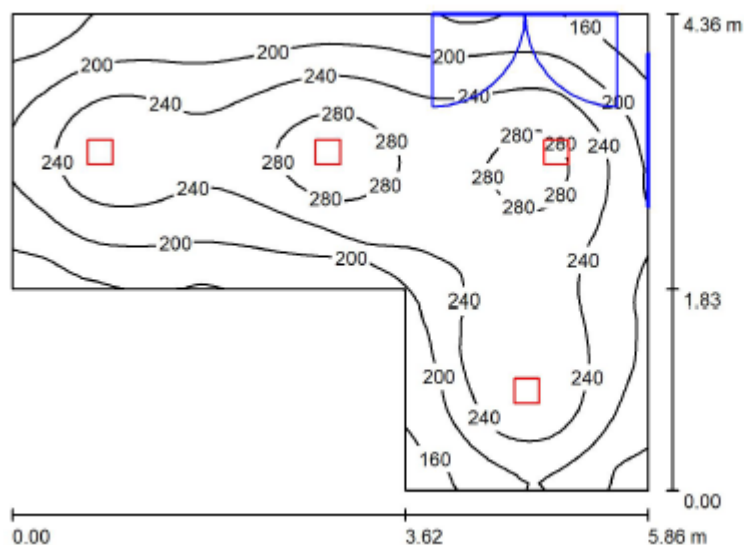
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI. Blanco. (1.000)	2200	2200	24.0
			Total: 6600	Total: 6600	72.0

 Valor de eficiencia energética: $4.86 \text{ W/m}^2 = 2.13 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.83 m^2)

Ilustración 51. Resultados luminotécnicos obtenidos de la escalera de emergencia.

6.3.1.21. Escalera ala principal



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.805 m

Valores en Lux, Escala 1:56

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	225	132	302	0.588
Suelo	20	174	114	216	0.658
Techo	70	50	37	72	0.741
Paredes (6)	50	117	46	278	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

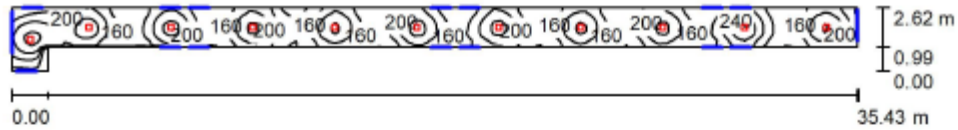
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI. Blanco. (1.000)	2200	2200	24.0
			Total: 8800	Total: 8800	96.0

 Valor de eficiencia energética: $5.08 \text{ W/m}^2 = 2.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 18.88 m^2)

Ilustración 52. Resultados luminotécnicos obtenidos de la escalera del ala principal.

6.3.1.22. Distribuidor ala izquierda



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.805 m

Valores en Lux, Escala 1:254

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	179	104	275	0.578
Suelo	20	139	100	174	0.725
Techo	70	49	32	91	0.667
Paredes (7)	50	103	42	299	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 32 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

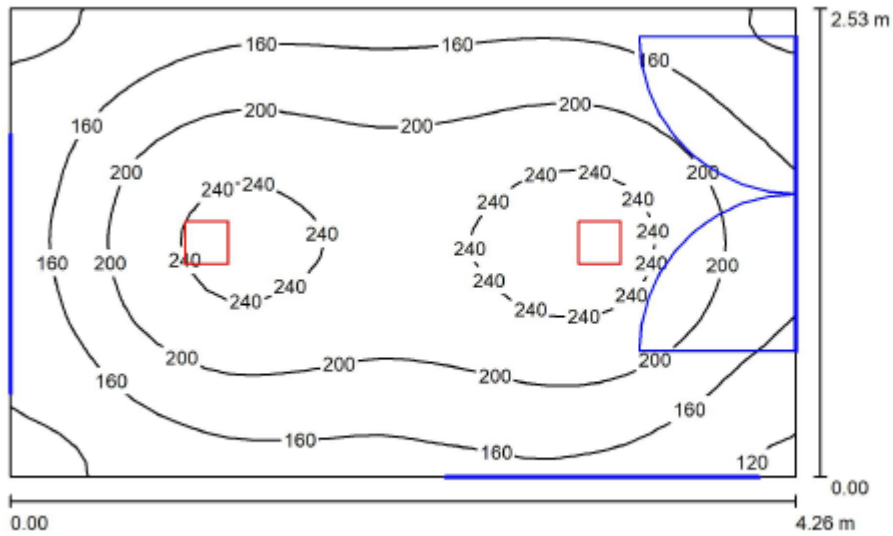
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	11	SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI. Blanco. (1.000)	2200	2200	24.0
			Total: 24200	Total: 24200	264.0

 Valor de eficiencia energética: $4.45 \text{ W/m}^2 = 2.48 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 59.32 m^2)

Ilustración 53. Resultados luminotécnicos obtenidos del distribuidor del ala izquierda.

6.3.1.23. V.I. ala izquierda



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.805 m

Valores en Lux, Escala 1:33

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	187	107	260	0.569
Suelo	20	139	97	171	0.694
Techo	70	41	30	51	0.713
Paredes (4)	50	93	37	178	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 32 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

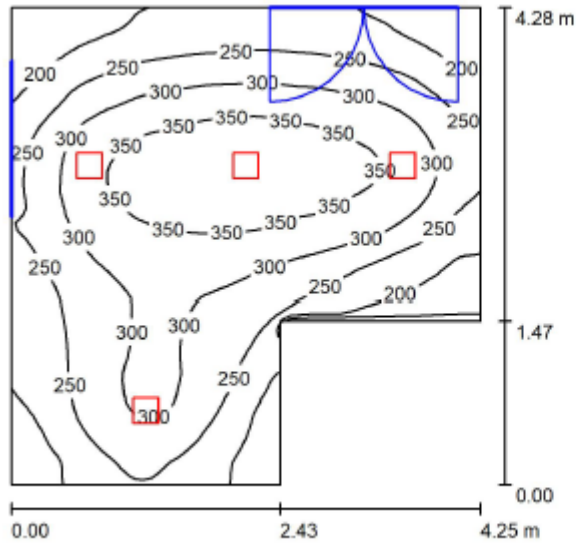
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI. Blanco. (1.000)	2200	2200	24.0
			Total: 4400	Total: 4400	48.0

 Valor de eficiencia energética: $4.45 \text{ W/m}^2 = 2.38 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 10.78 m^2)

Ilustración 54. Resultados luminotécnicos obtenidos del vestíbulo de independencia del ala izquierda.

6.3.1.24. Escalera ala izquierda



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.805 m

Valores en Lux, Escala 1:55

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	274	149	392	0.545
Suelo	20	211	137	273	0.647
Techo	70	61	41	97	0.676
Paredes (6)	50	138	50	397	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 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	4	SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI. Blanco. (1.000)	2200	2200	24.0
			Total: 8800	Total: 8800	96.0

 Valor de eficiencia energética: $6.19 \text{ W/m}^2 = 2.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 15.52 m^2)

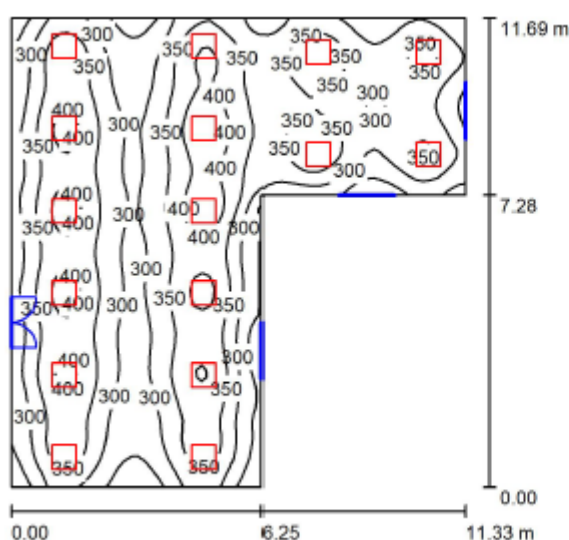
Ilustración 55. Resultados luminotécnicos obtenidos de la escalera del ala izquierda.

6.3.2. Planta primera

En el caso de la planta primera, todas las estancias son iguales, por lo que dichos cálculos de iluminación son los mismos que en la planta segunda, a excepción de:

- Sala de juegos
- Sala de reuniones
- Sala de trabajos

6.3.2.1. Sala de juegos



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.709 m

Valores en Lux, Escala 1:151

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	333	215	442	0.646
Suelo	20	292	192	357	0.660
Techo	70	70	40	121	0.576
Paredes (6)	50	195	78	579	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

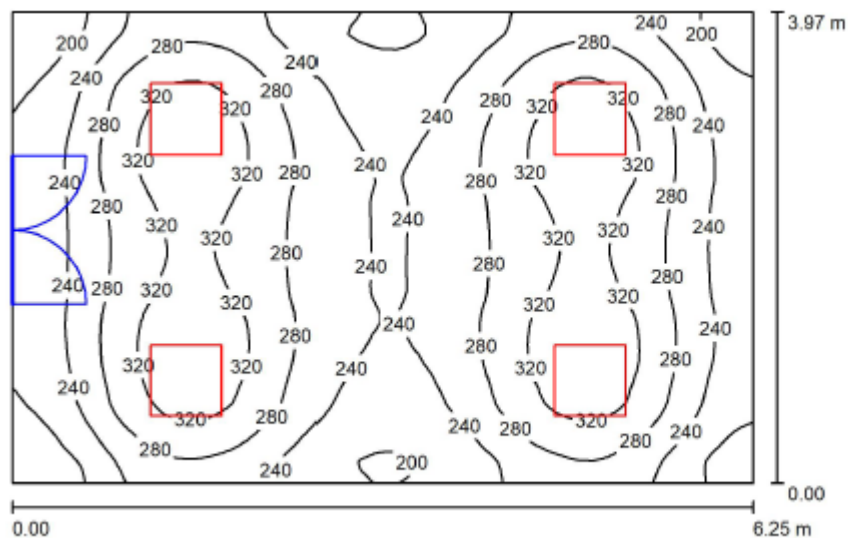
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	16	SIMON 72660333-884 Luminaria 726 60x60 NW DALI (1.000)	3200	3200	39.0
			Total: 51200	Total: 51200	624.0

Valor de eficiencia energética: $6.53 \text{ W/m}^2 = 1.96 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 95.51 m^2)

Ilustración 56. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de juegos.

6.3.2.2. Sala de reuniones



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.709 m

Valores en Lux, Escala 1:51

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	268	164	348	0.611
Suelo	20	216	148	252	0.687
Techo	70	61	38	95	0.620
Paredes (4)	50	157	63	388	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran-	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	19	19	
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior	19	19	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

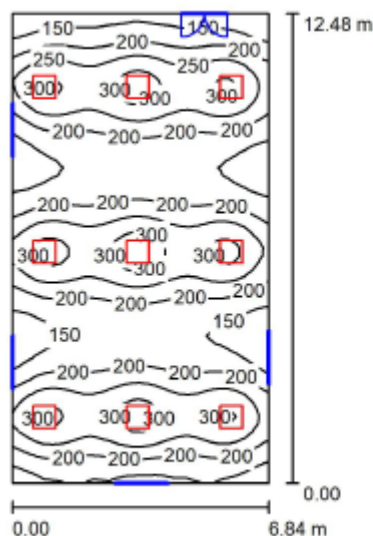
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	SIMON 72660333-884 Luminaria 726 60x60 NW DALI (1.000)	3200	3200	39.0
Total:			12800	12800	156.0

 Valor de eficiencia energética: $6.29 \text{ W/m}^2 = 2.35 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.79 m^2)

Ilustración 57. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de reuniones.

6.3.2.3. Sala de trabajos



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.709 m

Valores en Lux, Escala 1:161

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	215	109	339	0.505
Suelo	20	190	118	241	0.625
Techo	70	44	30	77	0.678
Paredes (4)	50	123	44	387	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq 20	20	20	
Trama: 32 x 64 Puntos	Pared inferior 21	21	21	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	SIMON 72660333-884 Luminaria 726 60x60 NW DALI (1.000)	3200	3200	39.0
			Total: 28800	Total: 28800	351.0

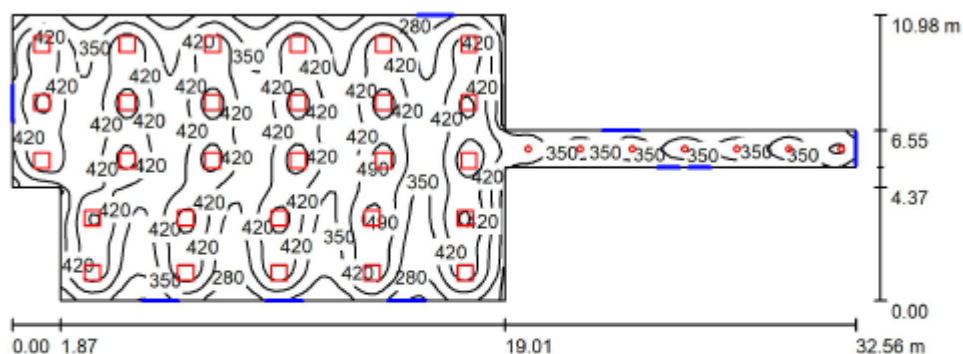
 Valor de eficiencia energética: $4.11 \text{ W/m}^2 = 1.91 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 85.40 m^2)

Ilustración 58. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de trabajos.

6.3.3. Planta baja

6.3.3.1. Gimnasio

6.3.3.1.1. Gimnasio



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.799 m

Valores en Lux, Escala 1:233

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	389	196	537	0.503
Suelo	20	358	204	436	0.571
Techo	70	78	55	156	0.703
Paredes (10)	50	196	74	615	/

Plano útil:

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

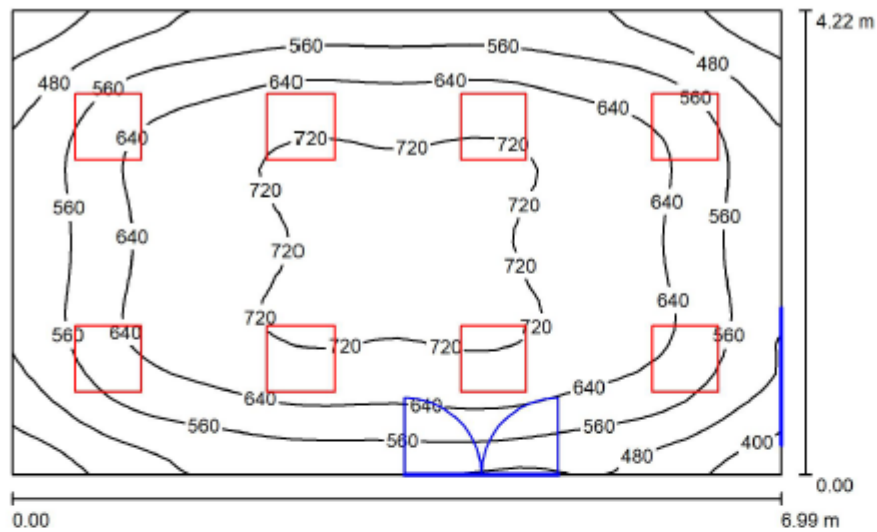
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	28	SIMON 72060340-886 Luminaria 720 Modular 60x60 BIO DALI DT6 (1.000)	3900	3900	30.0
2	7	SIMON 73520330-984 Downlight 735.20 Round empotrado 4000K General DALI. Blanco. (1.000)	2400	2400	24.0
			Total: 126000	Total: 126000	1008.0

Valor de eficiencia energética: $4.58 \text{ W/m}^2 = 1.18 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 219.93 m^2)

Ilustración 59. Resultados luminotécnicos obtenidos del gimnasio.

6.3.3.1.2. Sala medica



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.805 m

Valores en Lux, Escala 1:55

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	610	357	741	0.585
Suelo	20	509	320	634	0.629
Techo	70	133	102	157	0.766
Paredes (4)	50	304	131	511	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq 18	18	18	
Trama: 32 x 32 Puntos	Pared inferior	18	18	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

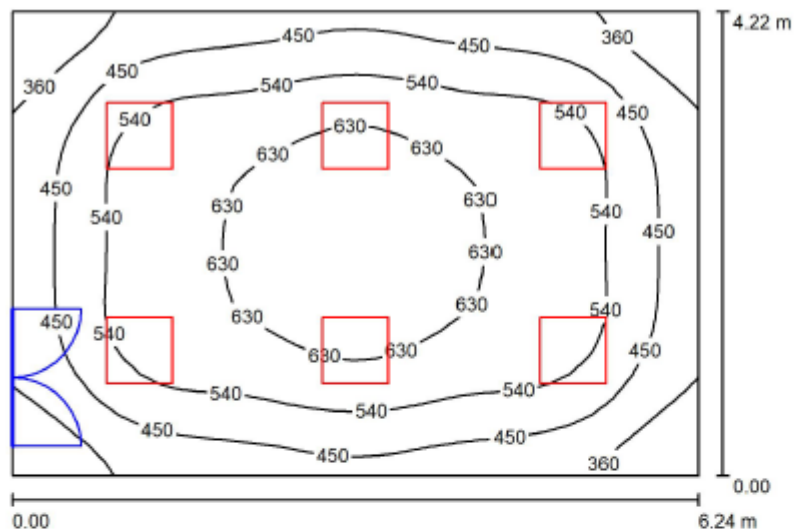
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	SIMON 72060340-886 Luminaria 720 Modular 60x60 BIO DALI DT6 (1.000)	3900	3900	30.0
			Total: 31200	Total: 31200	240.0

 Valor de eficiencia energética: $8.14 \text{ W/m}^2 = 1.33 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 29.50 m^2)

Ilustración 60. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala médica.

6.3.3.1.3. Sala de rehabilitación



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.805 m

Valores en Lux, Escala 1:55

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	518	273	674	0.526
Suelo	20	427	257	550	0.602
Techo	70	107	77	116	0.723
Paredes (4)	50	245	101	364	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	18	18	
Trama:	32 x 32 Puntos	Pared inferior	18	18	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

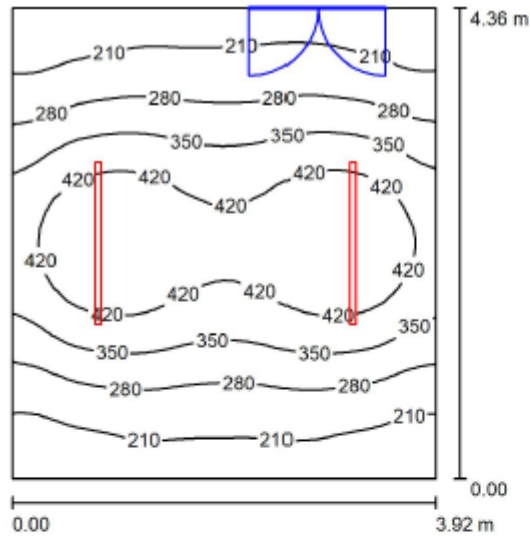
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	SIMON 72060340-886 Luminaria 720 Modular 60x60 BIO DALI DT6 (1.000)	3900	3900	30.0
Total:			23400	Total: 23400	180.0

 Valor de eficiencia energética: $6.84 \text{ W/m}^2 = 1.32 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 26.30 m^2)

Ilustración 61. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de rehabilitación.

6.3.3.1.4. Almacén gimnasio



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m

Valores en Lux, Escala 1:56

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	320	161	492	0.502
Suelo	20	250	157	324	0.629
Techo	70	120	53	868	0.441
Paredes (4)	50	181	77	598	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq 24	24	24	
Trama: 32 x 32 Puntos	Pared inferior (CIE, SHR = 0.25.) 23	23	23	
Zona marginal: 0.000 m				

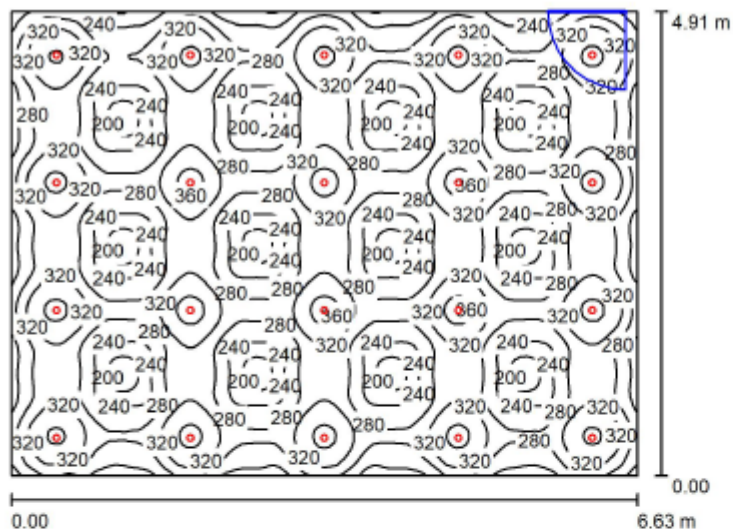
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
Total:			11400	11400	100.0

 Valor de eficiencia energética: $5.86 \text{ W/m}^2 = 1.83 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.07 m^2)

Ilustración 62. Resultados luminotécnicos obtenidos del almacén del gimnasio.

6.3.3.1.5. Vestuario gimnasio femenino



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.805 m

Valores en Lux, Escala 1:64

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	283	172	371	0.608
Suelo	20	262	158	297	0.602
Techo	70	44	35	49	0.804
Paredes (4)	50	79	43	204	/

Plano útil:

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

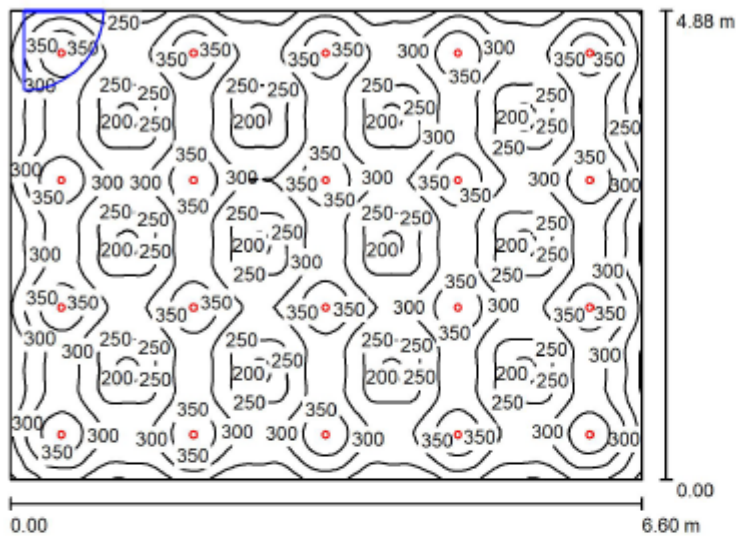
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 4000K WIDE FLOOD (1.000)	680	680	7.5
			Total: 13600	Total: 13600	150.0

 Valor de eficiencia energética: $4.61 \text{ W/m}^2 = 1.63 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 32.56 m^2)

Ilustración 63. Resultados luminotécnicos obtenidos del vestuario femenino del gimnasio.

6.3.3.1.6. Vestuario gimnasio masculino



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.772 m

Valores en Lux, Escala 1:63

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	291	182	383	0.626
Suelo	20	268	149	309	0.557
Techo	70	43	33	49	0.764
Paredes (4)	50	77	43	178	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

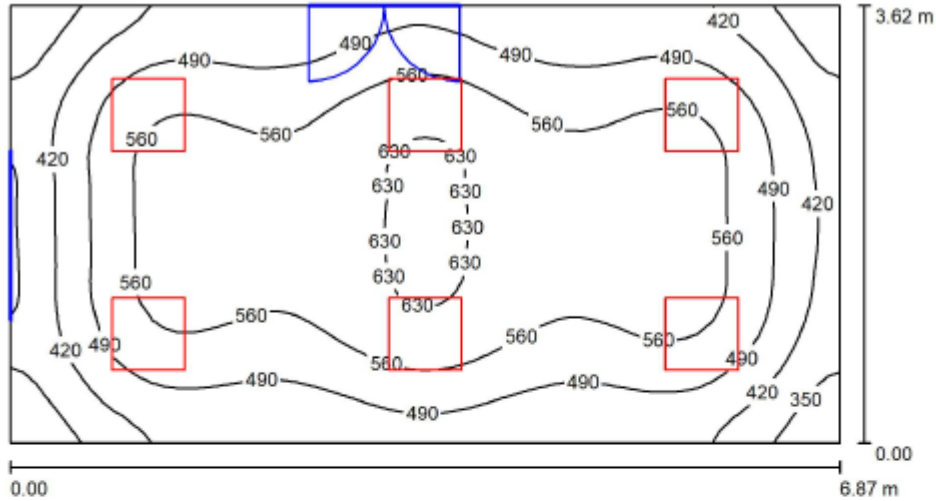
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 4000K WIDE FLOOD (1.000)	680	680	7.5
			Total: 13600	Total: 13600	150.0

 Valor de eficiencia energética: $4.66 \text{ W/m}^2 = 1.60 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 32.22 m^2)

Ilustración 64. Resultados luminotécnicos obtenidos de vestuario masculino del gimnasio.

6.3.3.2. Oficinas

6.3.3.2.1. Despacho dirección



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.799 m

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	511	295	645	0.578
Suelo	20	417	263	515	0.630
Techo	70	99	65	123	0.655
Paredes (4)	50	254	106	460	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran-	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	18	18	
Trama: 64 x 32 Puntos	Pared inferior	17	17	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

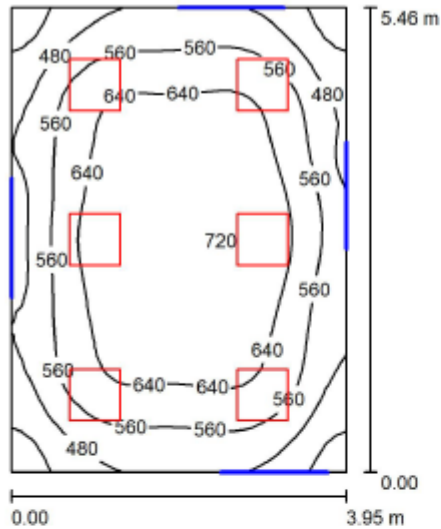
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	SIMON 72060340-886 Luminaria 720 Modular 60x60 BIO DALI DT6 (1.000)	3900	3900	30.0
			Total: 23400	Total: 23400	180.0

Valor de eficiencia energética: $7.24 \text{ W/m}^2 = 1.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.85 m^2)

Ilustración 65. Resultados luminotécnicos obtenidos del despacho de dirección.

6.3.3.2.2. Despachos administración



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.799 m

Valores en Lux, Escala 1:71

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	583	351	725	0.602
Suelo	20	475	317	584	0.669
Techo	70	116	80	138	0.684
Paredes (4)	50	291	128	478	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran-	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	18	18	
Trama:	32 x 32 Puntos	Pared inferior	18	18	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

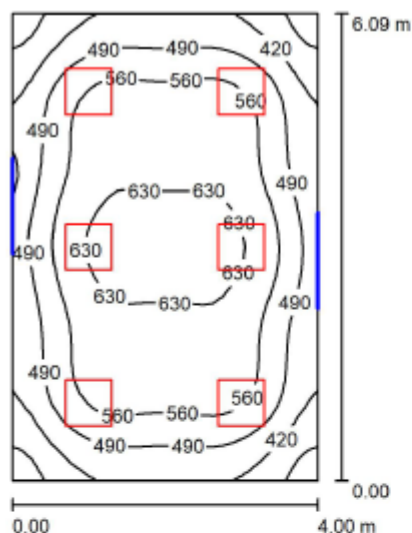
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	SIMON 72060340-886 Luminaria 720 Modular 60x60 BIO DALI DT6 (1.000)	3900	3900	30.0
Total:			23400	Total: 23400	180.0

 Valor de eficiencia energética: $8.36 \text{ W/m}^2 = 1.43 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.54 m^2)

Ilustración 66. Resultados luminotécnicos obtenidos de los despachos de administración.

6.3.3.2.3. Dirección deportiva



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.799 m

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	534	314	663	0.589
Suelo	20	440	287	546	0.652
Techo	70	107	65	127	0.611
Paredes (4)	50	265	115	411	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	18	18	
Trama: 32 x 32 Puntos	Pared inferior	18	18	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

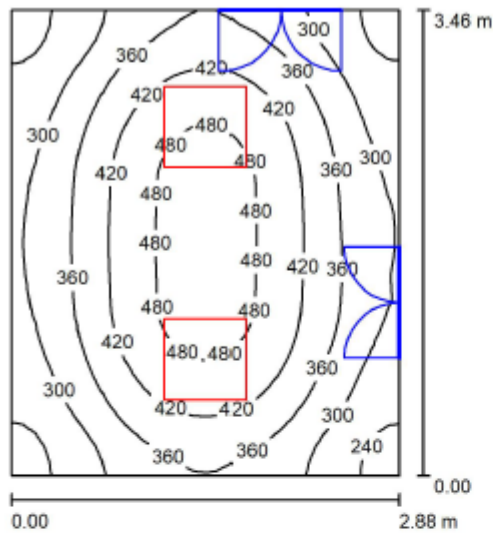
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	SIMON 72060340-886 Luminaria 720 Modular 60x60 BIO DALI DT6 (1.000)	3900	3900	30.0
Total:			23400	23400	180.0

 Valor de eficiencia energética: $7.39 \text{ W/m}^2 = 1.38 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.37 m^2)

Ilustración 67. Resultados luminotécnicos obtenidos de la dirección deportiva.

6.3.3.2.4. Sala consejería



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.799 m

Valores en Lux, Escala 1:45

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	373	212	507	0.570
Suelo	20	273	190	333	0.697
Techo	70	76	42	99	0.554
Paredes (4)	50	183	74	444	/

Plano útil:

 Altura: 0.850 m
 Trama: 32 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

UGR

 Pared izq
 Pared inferior
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

 16
 16

Tran

 16
 16

al eje de luminaria

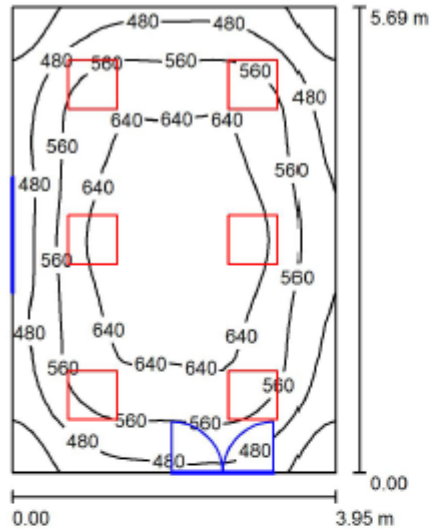
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	SIMON 72060340-886 Luminaria 720 Modular 60x60 BIO DALI DT6 (1.000)	3900	3900	30.0
			Total: 7800	Total: 7800	60.0

 Valor de eficiencia energética: $6.01 \text{ W/m}^2 = 1.61 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 9.98 m^2)

Ilustración 68. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de consejería.

6.3.3.2.5. Sala de reuniones



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.799 m

Valores en Lux, Escala 1:74

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mn} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mn} / E_m
Plano útil	/	561	336	697	0.599
Suelo	20	456	302	564	0.661
Techo	70	109	67	130	0.618
Paredes (4)	50	279	120	443	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq 18	18	18	
Trama: 32 x 32 Puntos	Pared inferior 18	18	18	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

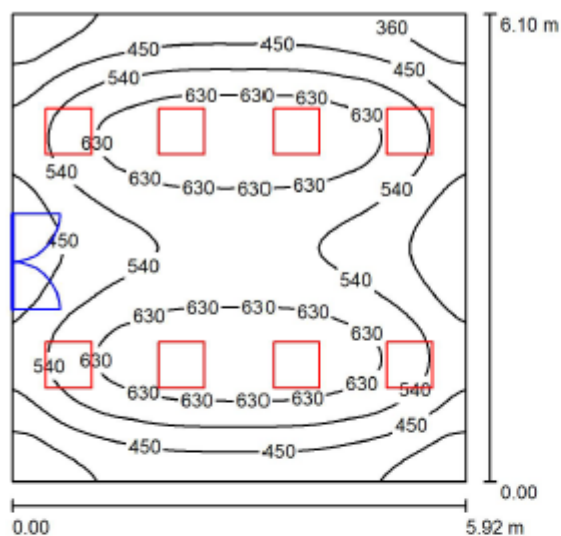
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	SIMON 72060340-886 Luminaria 720 Modular 60x60 BIO DALI DT6 (1.000)	3900	3900	30.0
Total:			23400	23400	180.0

 Valor de eficiencia energética: $8.01 \text{ W/m}^2 = 1.43 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 22.46 m^2)

Ilustración 69. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de reuniones.

6.3.3.2.6. Sala de reuniones deportivas



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.799 m

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	532	283	703	0.533
Suelo	20	452	278	561	0.615
Techo	70	97	73	131	0.754
Paredes (4)	50	254	108	617	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	18	18	
Trama: 64 x 64 Puntos	Pared inferior	18	18	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

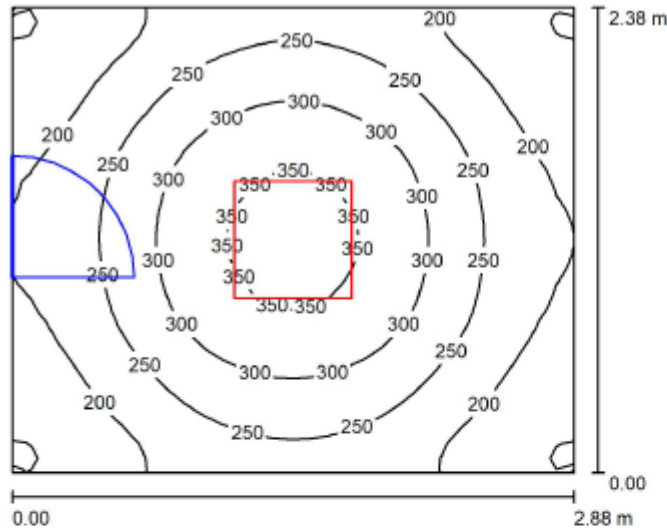
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	SIMON 72060340-886 Luminaria 720 Modular 60x60 BIO DALI DT6 (1.000)	3900	3900	30.0
			Total: 31200	Total: 31200	240.0

 Valor de eficiencia energética: $6.64 \text{ W/m}^2 = 1.25 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 36.14 m^2)

Ilustración 70. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de reuniones deportivas.

6.3.3.2.7. Archivo administración



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.799 m

Valores en Lux, Escala 1:31

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	251	142	369	0.567
Suelo	20	171	124	208	0.727
Techo	70	51	28	59	0.549
Paredes (4)	50	121	49	240	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 32 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

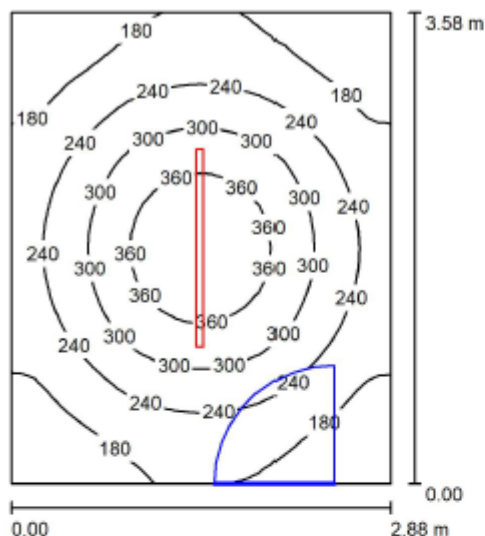
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	SIMON 72060340-886 Luminaria 720 Modular 60x60 BIO DALI DT6 (1.000)	3900	3900	30.0
Total:			3900	Total: 3900	30.0

 Valor de eficiencia energética: $4.37 \text{ W/m}^2 = 1.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 6.87 m^2)

Ilustración 71. Resultados luminotécnicos obtenidos del archivo de administración.

6.3.3.2.8. Almacén consejería



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m

Valores en Lux, Escala 1:46

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	245	126	408	0.514
Suelo	20	177	118	231	0.666
Techo	70	92	44	729	0.480
Paredes (4)	50	131	65	237	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	22	21	
Trama: 32 x 32 Puntos	Pared inferior	22	21	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

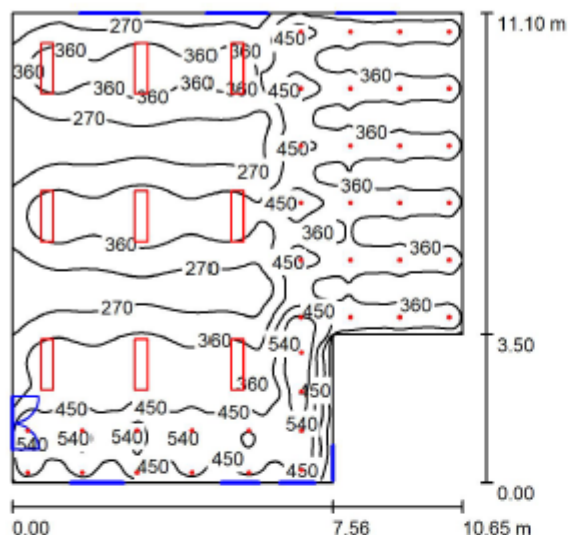
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
Total:			5700	5700	50.0

 Valor de eficiencia energética: $4.84 \text{ W/m}^2 = 1.97 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 10.32 m^2)

Ilustración 72. Resultados luminotécnicos obtenidos del almacén de consejería.

6.3.3.3. Restauración

6.3.3.3.1. Cafetería



Altura del local: 2.700 m

Valores en Lux, Escala 1:143

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	363	192	640	0.528
Suelo	20	340	185	514	0.544
Techo	70	66	45	106	0.684
Paredes (6)	50	136	64	532	/

Plano útil:

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

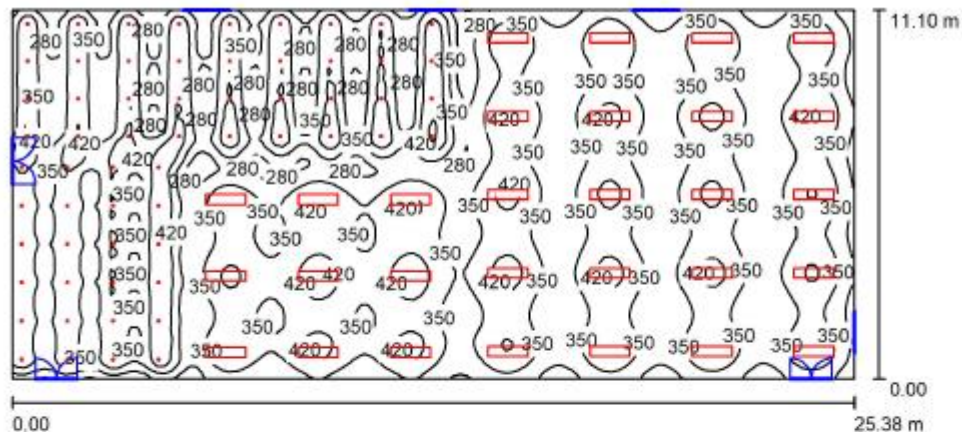
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	38	SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 4000K WIDE FLOOD (1.000)	680	680	7.5
2	9	SIMON 72061340-683 Luminaria 720 Advance M4 120x30 3000K Low Glare DALI (1.000)	3202	3200	28.0
Total:			54659	54640	537.0

Valor de eficiencia energética: $5.00 \text{ W/m}^2 = 1.38 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 107.42 m^2)

Ilustración 73. Resultados luminotécnicos obtenidos de la cafetería.

6.3.3.3.2. Comedor residencia



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.799 m

Valores en Lux, Escala 1:182

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	355	197	517	0.556
Suelo	20	339	204	444	0.602
Techo	70	68	42	16091	0.614
Paredes (4)	50	150	63	383	/

Plano útil:

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

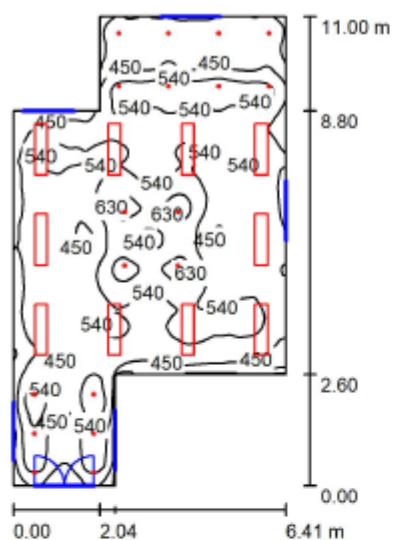
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	60	SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 4000K WIDE FLOOD (1.000)	680	680	7.5
2	29	SIMON 72061340-683 Luminaria 720 Advance M4 120x30 3000K Low Glare DALI (1.000)	3202	3200	28.0
Total:			133663	133600	1262.0

 Valor de eficiencia energética: $4.48 \text{ W/m}^2 = 1.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 281.72 m^2)

Ilustración 74. Resultados luminotécnicos obtenidos del comedor de la residencia.

6.3.3.3.3. Cocina



Altura del local: 2.700 m

Valores en Lux, Escala 1:142

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	500	260	672	0.519
Suelo	20	451	253	658	0.562
Techo	70	96	39	27443	0.410
Paredes (8)	50	207	77	560	/

Plano útil:

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

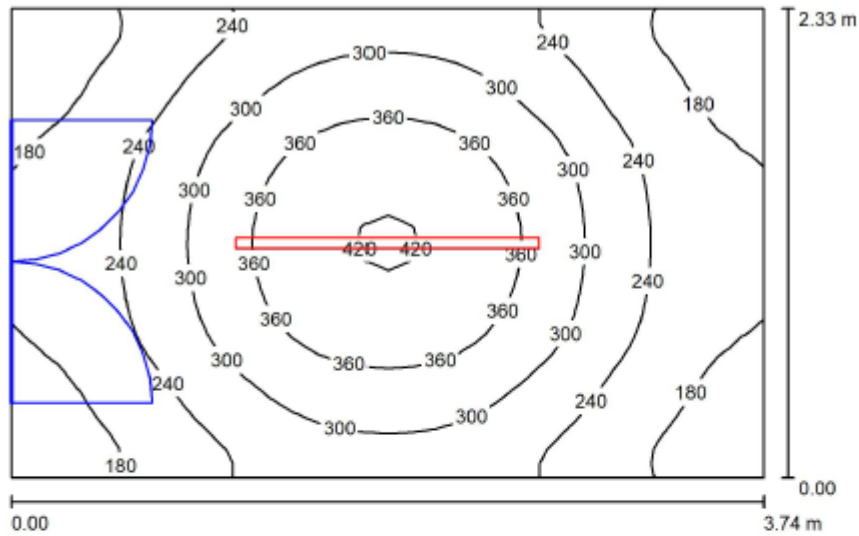
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	18	SIMON 70325330-483 Downlight 703.25 3000K WIDE FLOOD DALI (1.000)	630	630	7.5
2	10	SIMON 72061340-683 Luminaria 720 Advance M4 120x30 3000K Low Glare DALI (1.000)	3202	3200	28.0
			Total: 43362	Total: 43340	415.0

 Valor de eficiencia energética: $7.46 \text{ W/m}^2 = 1.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 55.62 m^2)

Ilustración 75. Resultados luminotécnicos obtenidos de la cocina.

6.3.3.3.4. Cámara frigorífica



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m

Valores en Lux, Escala 1:30

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	268	142	425	0.528
Suelo	20	189	128	243	0.679
Techo	70	108	50	806	0.463
Paredes (4)	50	149	72	330	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 32 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

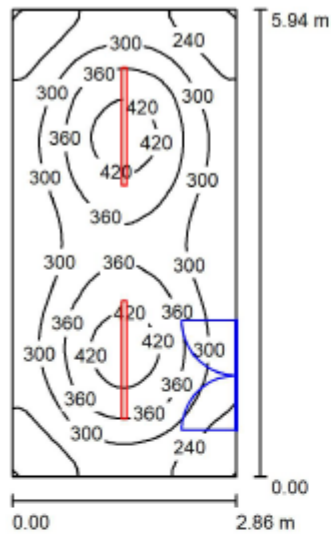
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
Total:			5700	5700	50.0

 Valor de eficiencia energética: $5.75 \text{ W/m}^2 = 2.15 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 8.69 m^2)

Ilustración 76. Resultados luminotécnicos obtenidos de la cámara frigorífica.

6.3.3.3.5. Despensa



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m

Valores en Lux, Escala 1:77

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	316	177	451	0.560
Suelo	20	241	160	290	0.665
Techo	70	114	58	720	0.508
Paredes (4)	50	177	90	268	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	22	22	
Trama:	32 x 64 Puntos	Pared inferior	24	23	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

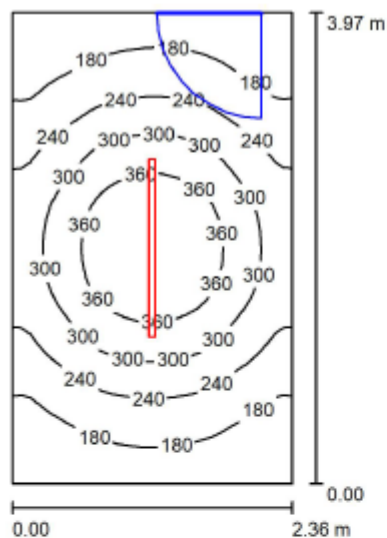
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
			Total: 11400	Total: 11400	100.0

 Valor de eficiencia energética: $5.88 \text{ W/m}^2 = 1.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.00 m^2)

Ilustración 77. Resultados luminotécnicos obtenidos de la despensa.

6.3.3.3.6. Almacén cafetería



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m

Valores en Lux, Escala 1:51

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	255	128	420	0.503
Suelo	20	181	119	239	0.658
Techo	70	100	45	779	0.451
Paredes (4)	50	140	64	318	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq 22	22	21	
Trama: 32 x 32 Puntos	Pared inferior 23	23	23	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

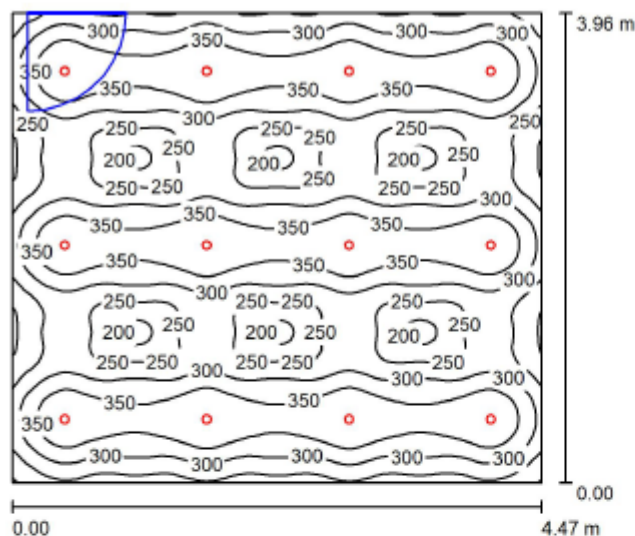
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
Total:			5700	5700	50.0

 Valor de eficiencia energética: $5.33 \text{ W/m}^2 = 2.09 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 9.38 m^2)

Ilustración 78. Resultados luminotécnicos obtenidos del almacén de la cafetería.

6.3.3.3.7. Aseo cafetería femenino



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.756 m

Valores en Lux, Escala 1:51

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	302	187	390	0.619
Suelo	20	271	153	315	0.563
Techo	70	42	33	47	0.788
Paredes (4)	50	78	42	179	/

Plano útil:

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

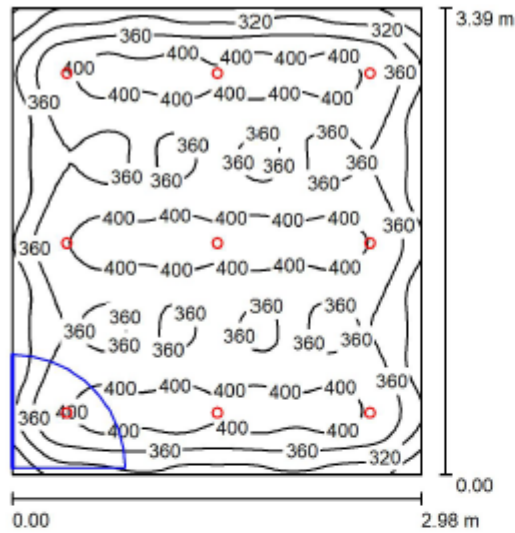
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 4000K WIDE FLOOD (1.000)	680	680	7.5
			Total: 8160	Total: 8160	90.0

 Valor de eficiencia energética: $5.09 \text{ W/m}^2 = 1.69 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.69 m^2)

Ilustración 79. Resultados luminotécnicos obtenidos del aseo femenino de la cafetería.

6.3.3.3.8. Aseo cafetería masculino



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.772 m

Valores en Lux, Escala 1:44

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	368	237	430	0.644
Suelo	20	323	179	389	0.553
Techo	70	48	40	56	0.829
Paredes (4)	50	94	52	229	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

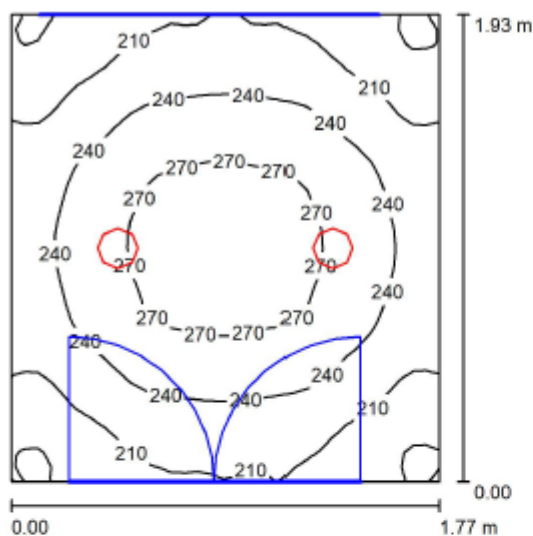
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 4000K WIDE FLOOD (1.000)	680	680	7.5
Total:			6120	6120	67.5

 Valor de eficiencia energética: $6.69 \text{ W/m}^2 = 1.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 10.09 m^2)

Ilustración 80. Resultados luminotécnicos obtenidos del aseo masculino de la cafetería.

6.3.3.3.9. V.l. cocina



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.756 m

Valores en Lux, Escala 1:25

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	234	169	282	0.722
Suelo	20	148	123	165	0.828
Techo	70	91	61	138	0.673
Paredes (4)	50	161	67	640	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 32 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

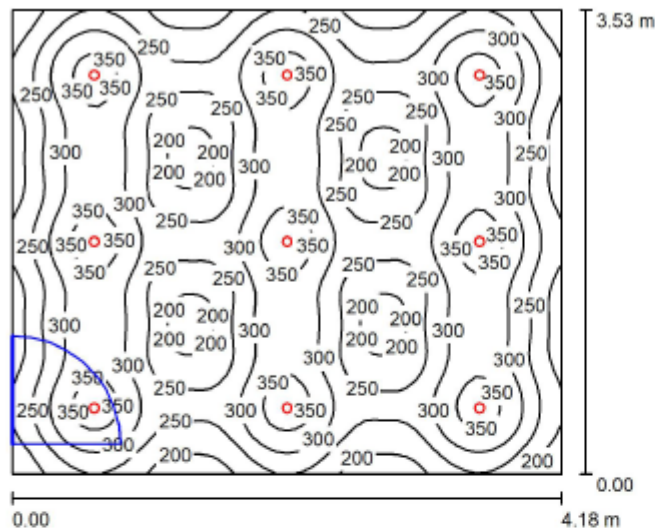
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	SIMON 72527030-883 Downlight 725.27 3000K (1.000)	1400	1400	14.0
Total:			2800	2800	28.0

 Valor de eficiencia energética: $8.21 \text{ W/m}^2 = 3.51 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.41 m^2)

Ilustración 81. Resultados luminotécnicos obtenidos del vestíbulo de independencia de la cocina.

6.3.3.3.10. Vestuario cocina femenino



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.772 m

Valores en Lux, Escala 1:46

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	274	152	373	0.556
Suelo	20	243	133	293	0.547
Techo	70	35	27	40	0.778
Paredes (4)	50	64	35	140	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

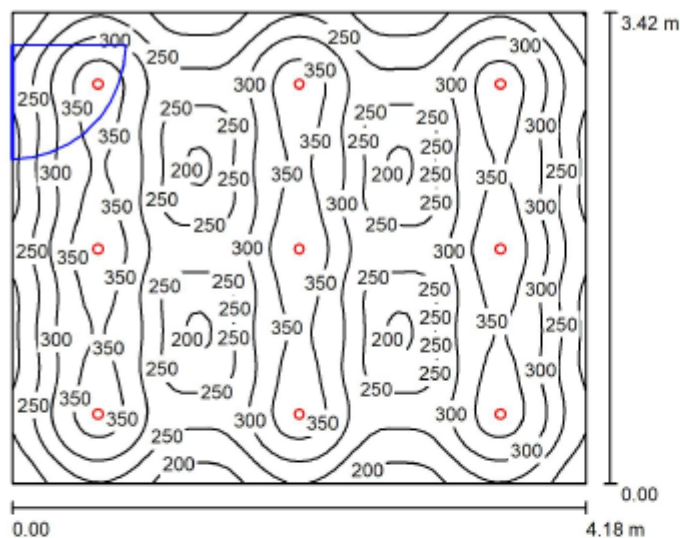
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 4000K WIDE FLOOD (1.000)	680	680	7.5
Total:			6120	6120	67.5

 Valor de eficiencia energética: $4.57 \text{ W/m}^2 = 1.67 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.78 m^2)

Ilustración 82. Resultados luminotécnicos obtenidos del vestuario femenino de la cocina.

6.3.3.3.11. Vestuario cocina masculino



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.772 m

Valores en Lux, Escala 1:44

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	283	150	377	0.529
Suelo	20	251	132	305	0.527
Techo	70	35	28	41	0.780
Paredes (4)	50	65	36	136	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

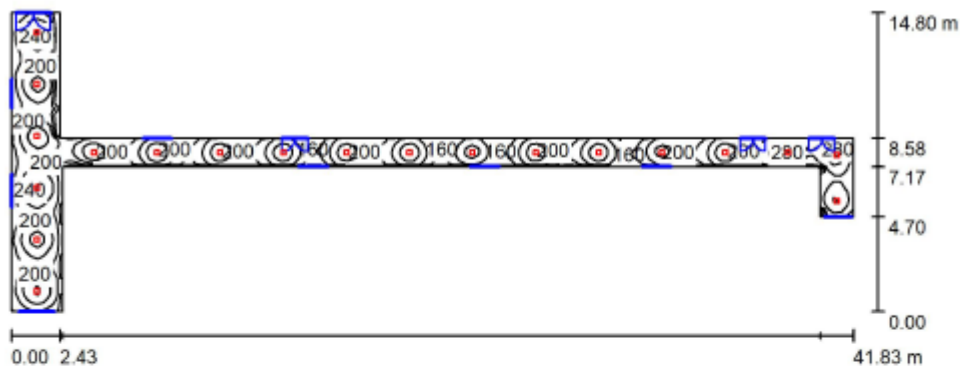
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 4000K WIDE FLOOD (1.000)	680	680	7.5
Total:			6120	6120	67.5

 Valor de eficiencia energética: $4.71 \text{ W/m}^2 = 1.66 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.33 m^2)

Ilustración 83. Resultados luminotécnicos obtenidos del vestuario masculino de la cocina.

6.3.3.4. Zonas comunes

6.3.3.4.1. Distribuidor ala derecha



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.772 m

Valores en Lux, Escala 1:300

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	199	107	301	0.539
Suelo	20	154	104	205	0.674
Techo	70	48	32	87	0.669
Paredes (10)	50	111	38	361	/

Plano útil:

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

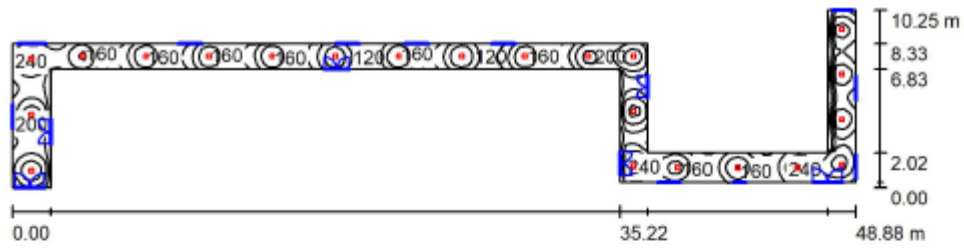
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI. Blanco. (1.000)	2200	2200	24.0
			Total: 44000	Total: 44000	480.0

Valor de eficiencia energética: $4.98 \text{ W/m}^2 = 2.50 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 96.40 m^2)

Ilustración 84. Resultados luminotécnicos obtenidos del distribuidor del ala derecha.

6.3.3.4.2. Distribuidor ala izquierda



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.805 m

Valores en Lux, Escala 1:350

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	180	100	278	0.554
Suelo	20	139	105	182	0.758
Techo	70	46	30	72	0.669
Paredes (12)	50	103	37	316	/

Plano útil:

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

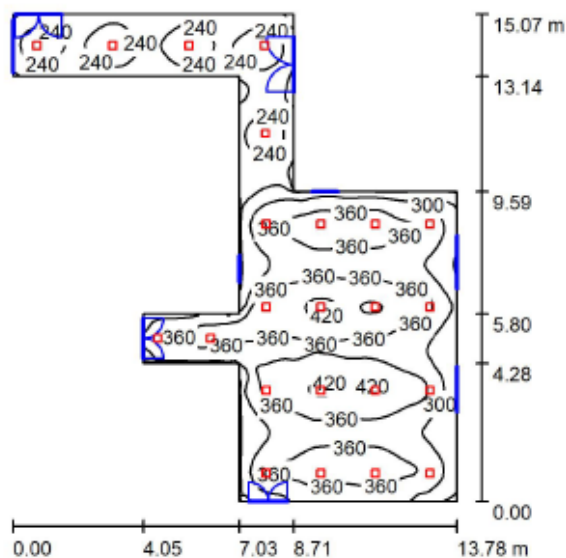
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	22	SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI. Blanco. (1.000)	2200	2200	24.0
			Total: 48400	Total: 48400	528.0

 Valor de eficiencia energética: $4.59 \text{ W/m}^2 = 2.54 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 115.09 m^2)

Ilustración 85. Resultados luminotécnicos obtenidos del distribuidor del ala izquierda.

6.3.3.4.3. Recepción



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.805 m

Valores en Lux, Escala 1:194

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	316	151	433	0.477
Suelo	20	272	145	367	0.531
Techo	70	71	45	160	0.630
Paredes (12)	50	167	55	855	/

Plano útil:

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

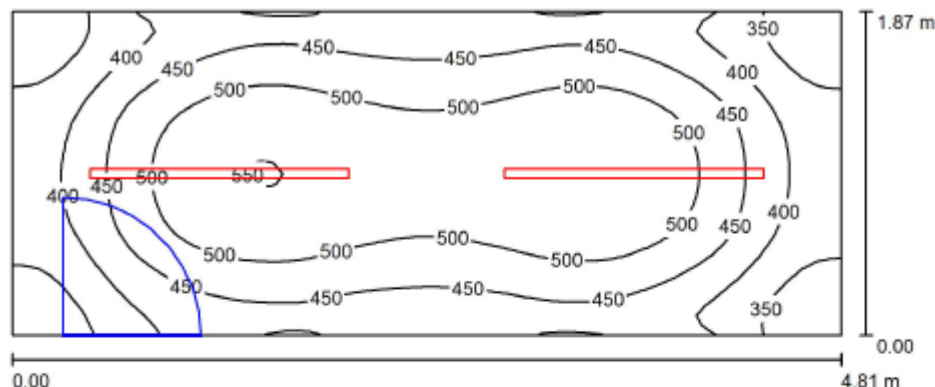
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	23	SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI. Blanco. (1.000)	2200	2200	24.0
			Total: 50600	Total: 50600	552.0

 Valor de eficiencia energética: $5.99 \text{ W/m}^2 = 1.90 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 92.11 m^2)

Ilustración 86. Resultados luminotécnicos obtenidos de recepción.

6.3.3.4.4. Cuarto contadores agua y gas



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m

Valores en Lux, Escala 1:35

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	455	310	553	0.682
Suelo	20	320	238	368	0.745
Techo	70	206	110	762	0.533
Paredes (4)	50	289	134	516	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

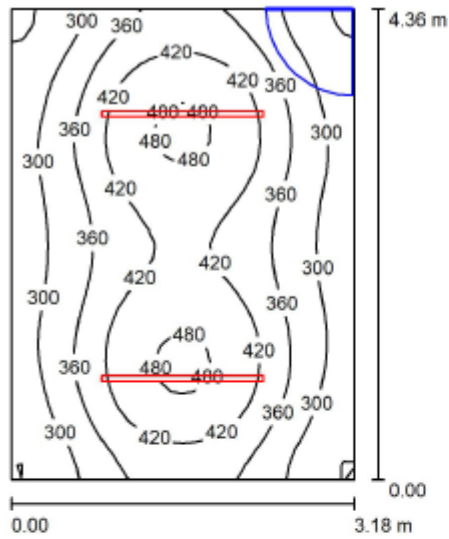
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
Total:			11400	11400	100.0

 Valor de eficiencia energética: $11.10 \text{ W/m}^2 = 2.44 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 9.01 m^2)

Ilustración 87. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto de contadores de agua y gas.

6.3.3.4.5. Cuarto instalaciones



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m

Valores en Lux, Escala 1:56

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	368	225	494	0.612
Suelo	20	277	198	331	0.716
Techo	70	145	73	856	0.506
Paredes (4)	50	217	110	477	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	22	22	
Trama:	32 x 32 Puntos	Pared inferior	23	23	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

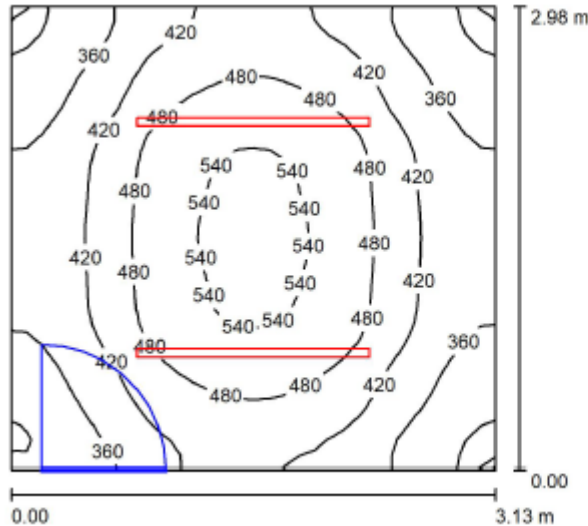
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
			Total: 11400	Total: 11400	100.0

 Valor de eficiencia energética: $7.21 \text{ W/m}^2 = 1.96 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 13.87 m^2)

Ilustración 88. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto de instalaciones.

6.3.4. Planta sótano

6.3.4.1. Cuarto ascensor ala derecha



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	432	282	556	0.653
Suelo	20	314	236	372	0.753
Techo	70	199	100	781	0.501
Paredes (4)	50	283	147	698	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	32 x 32 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

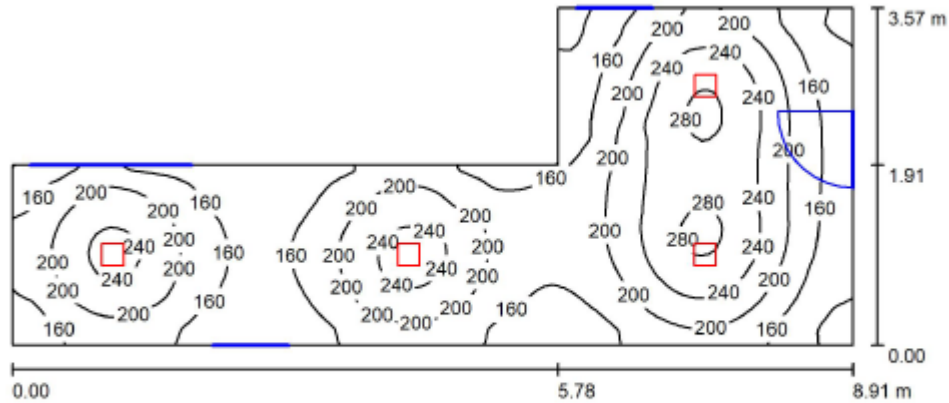
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	SIMON 78032333-884 Luminaria estancia 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
			Total: 11400	Total: 11400	100.0

Valor de eficiencia energética: $10.74 \text{ W/m}^2 = 2.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 9.31 m^2)

Ilustración 89. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto del ascensor del ala derecha.

6.3.4.2. V.I. Sótano ala derecha



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.805 m

Valores en Lux, Escala 1:64

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	191	102	287	0.534
Suelo	20	148	103	196	0.699
Techo	70	45	32	63	0.709
Paredes (6)	50	102	38	267	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

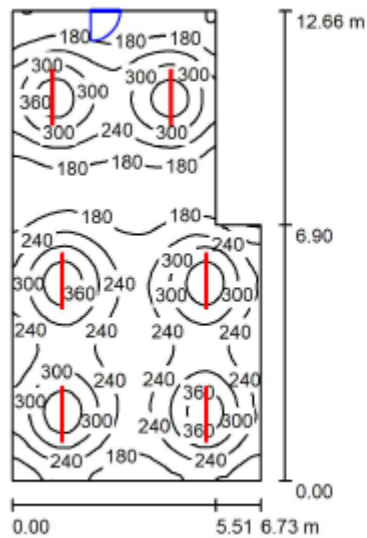
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI. Blanco. (1.000)	2200	2200	24.0
			Total: 8800	Total: 8800	96.0

 Valor de eficiencia energética: $4.33 \text{ W/m}^2 = 2.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 22.19 m^2)

Ilustración 90. Resultados luminotécnicos obtenidos del vestíbulo de independencia del ala derecha.

6.3.4.3. Almacén sótano



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.805 m

Valores en Lux, Escala 1:163

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	247	115	402	0.466
Suelo	20	215	120	271	0.558
Techo	70	57	39	99	0.676
Paredes (6)	50	149	66	352	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

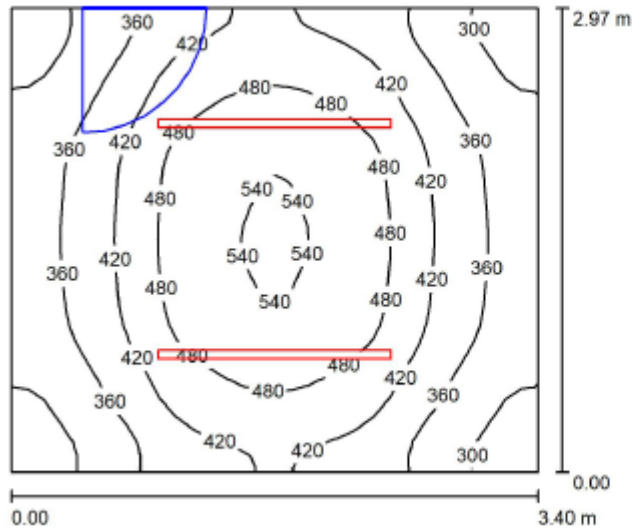
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
Total:			34200	34200	300.0

 Valor de eficiencia energética: $3.84 \text{ W/m}^2 = 1.55 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 78.14 m^2)

Ilustración 91. Resultados luminotécnicos obtenidos del almacén del sótano.

6.3.4.4. Cuarto ascensor ala izquierda



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	413	260	548	0.631
Suelo	20	303	225	365	0.744
Techo	70	185	93	774	0.504
Paredes (4)	50	263	139	692	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 32 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

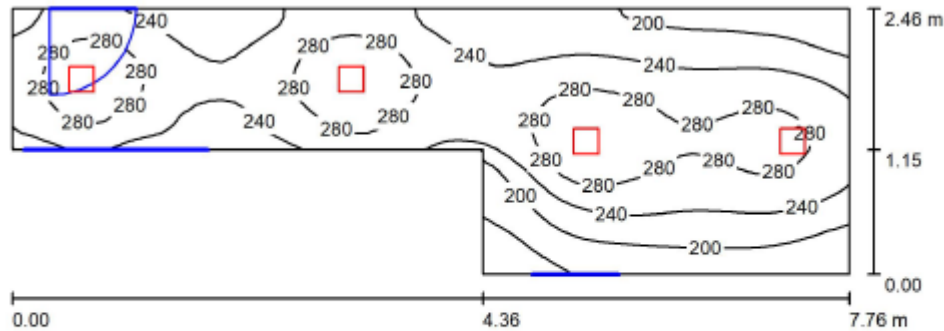
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	SIMON 78032333-884 Luminaria estancia 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
Total:			11400	Total: 11400	100.0

 Valor de eficiencia energética: $9.89 \text{ W/m}^2 = 2.40 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 10.11 m^2)

Ilustración 92. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto del ascensor del ala izquierda.

6.3.4.5. V.I. sótano ala izquierda



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.805 m

Valores en Lux, Escala 1:56

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	247	135	310	0.547
Suelo	20	182	119	211	0.655
Techo	70	69	42	124	0.616
Paredes (6)	50	148	50	602	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

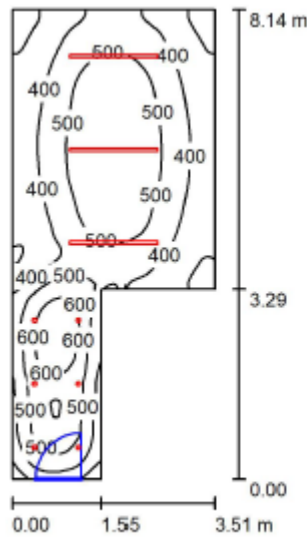
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI. Blanco. (1.000)	2200	2200	24.0
Total:			8800	8800	96.0

 Valor de eficiencia energética: $6.82 \text{ W/m}^2 = 2.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.07 m^2)

Ilustración 93. Resultados luminotécnicos obtenidos del vestíbulo de independencia del sótano del ala izquierda.

6.3.4.6. Cuarto instalaciones vehículo eléctrico



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m

Valores en Lux, Escala 1:105

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	452	231	688	0.511
Suelo	20	363	228	553	0.629
Techo	70	144	52	865	0.362
Paredes (6)	50	214	58	621	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

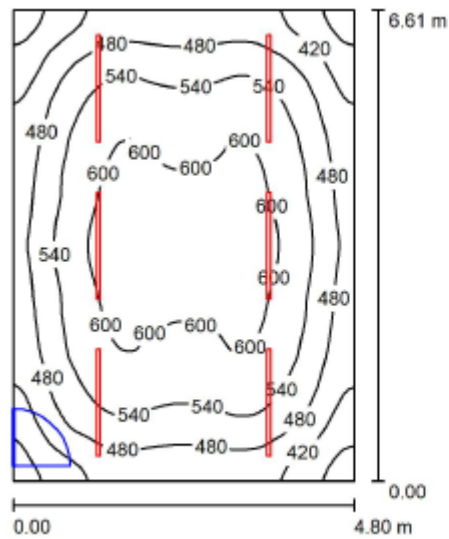
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	SIMON 70325030-484 Downlight 703.25 4000K WIDE FLOOD (1.000)	680	680	7.5
2	3	SIMON 78032333-884 Luminaria estancia 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
			Total: 21180	Total: 21180	195.0

 Valor de eficiencia energética: $8.81 \text{ W/m}^2 = 1.95 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 22.14 m^2)

Ilustración 94. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto de instalaciones del vehículo eléctrico.

6.3.4.7. Sala calderas



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m

Valores en Lux, Escala 1:85

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	524	338	633	0.644
Suelo	20	435	297	526	0.682
Techo	70	190	113	849	0.597
Paredes (4)	50	323	181	590	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	24	24	
Trama: 64 x 64 Puntos	Pared inferior	24	23	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

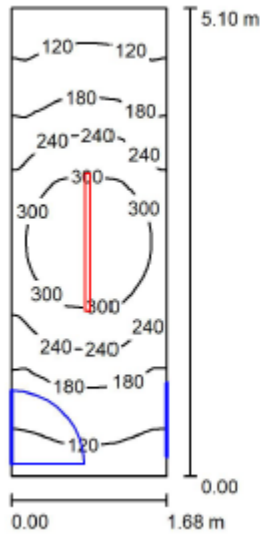
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
Total:			34200	34200	300.0

 Valor de eficiencia energética: $9.45 \text{ W/m}^2 = 1.80 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 31.75 m^2)

Ilustración 95. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de calderas.

6.3.4.8. V.I. sala calderas



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m

Valores en Lux, Escala 1:66

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	213	97	353	0.455
Suelo	20	151	94	208	0.618
Techo	70	108	35	681	0.325
Paredes (4)	50	140	46	527	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq 22	22	21	
Trama: 32 x 64 Puntos	Pared inferior 23	23	23	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

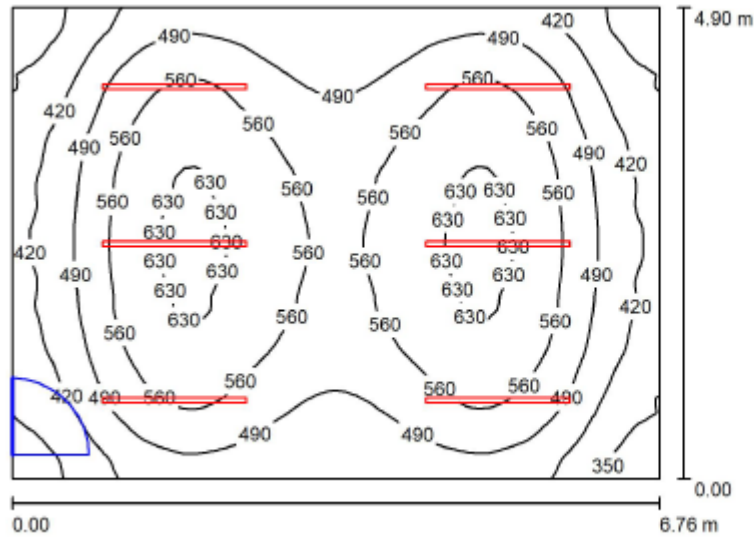
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
			Total: 5700	Total: 5700	50.0

 Valor de eficiencia energética: $5.83 \text{ W/m}^2 = 2.73 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 8.57 m^2)

Ilustración 96. Resultados luminotécnicos obtenidos del vestíbulo de independencia de la sala de calderas.

6.3.4.9. Cuarto grupo electrógeno



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m

Valores en Lux, Escala 1:63

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	512	314	647	0.613
Suelo	20	424	290	507	0.684
Techo	70	185	104	876	0.563
Paredes (4)	50	310	157	646	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	24	23	
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior	24	24	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

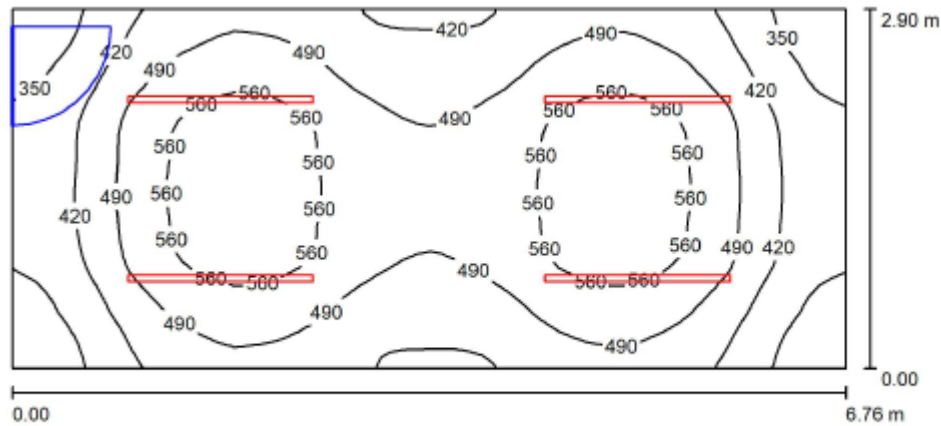
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
			Total: 34200	Total: 34200	300.0

 Valor de eficiencia energética: $9.05 \text{ W/m}^2 = 1.77 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 33.16 m^2)

Ilustración 97. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto del grupo electrógeno.

6.3.4.10. Cuarto instalaciones generales edificio



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m

Valores en Lux, Escala 1:49

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	480	297	606	0.618
Suelo	20	377	262	438	0.694
Techo	70	198	99	801	0.502
Paredes (4)	50	307	158	735	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

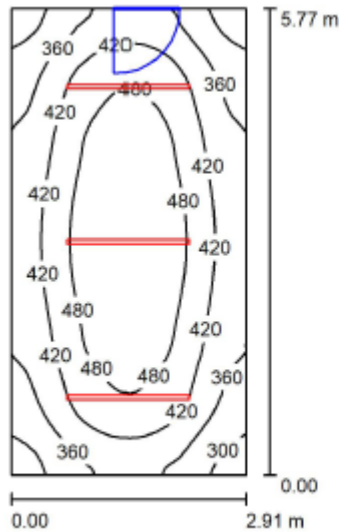
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
			Total: 22800	Total: 22800	200.0

 Valor de eficiencia energética: $10.19 \text{ W/m}^2 = 2.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 19.63 m^2)

Ilustración 98. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto de instalaciones generales del edificio.

6.3.4.11. Sala maquinaria incendios



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m

Valores en Lux, Escala 1:75

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	423	274	538	0.647
Suelo	20	327	230	391	0.703
Techo	70	171	94	849	0.552
Paredes (4)	50	261	146	504	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq 22	22	22	
Trama: 32 x 64 Puntos	Pared inferior 23	23	23	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

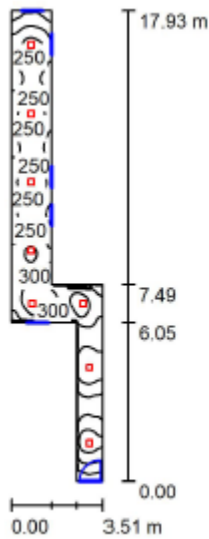
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
Total:			17100	17100	150.0

 Valor de eficiencia energética: $8.94 \text{ W/m}^2 = 2.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 16.78 m^2)

Ilustración 99. Resultados luminotécnicos obtenidos de la sala de maquinaria de incendios.

6.3.4.12. Pasillo instalaciones



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.805 m

Valores en Lux, Escala 1:231

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	243	123	339	0.506
Suelo	20	177	104	242	0.589
Techo	70	69	45	161	0.647
Paredes (8)	50	142	51	730	/

Plano útil:

 Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

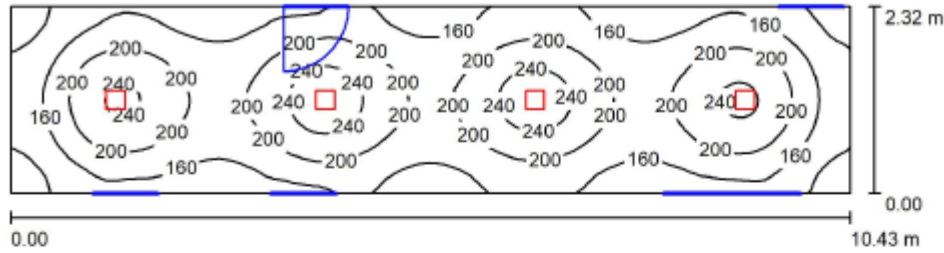
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI. Blanco. (1.000)	2200	2200	24.0
Total:			17600	17600	192.0

 Valor de eficiencia energética: $7.05 \text{ W/m}^2 = 2.91 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 27.22 m^2)

Ilustración 100. Resultados luminotécnicos obtenidos del pasillo de instalaciones.

6.3.4.13. V.I. sótano ala principal



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.805 m

Valores en Lux, Escala 1:75

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	184	101	262	0.548
Suelo	20	144	92	173	0.643
Techo	70	41	29	49	0.713
Paredes (4)	50	94	37	161	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

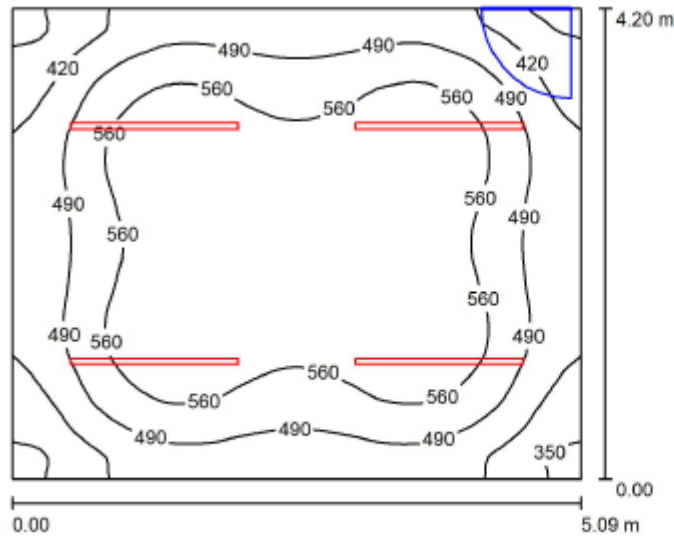
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	SIMON 73521330-983 Downlight 735.21 Square empotrado 3000K General DALI. Blanco. (1.000)	2200	2200	24.0
			Total: 8800	Total: 8800	96.0

 Valor de eficiencia energética: $3.97 \text{ W/m}^2 = 2.16 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.16 m^2)

Ilustración 101. Resultados luminotécnicos obtenidos del vestíbulo de independencia del sótano del ala principal.

6.3.4.14. Cuarto mantenimiento



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m

Valores en Lux, Escala 1:54

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	519	327	631	0.629
Suelo	20	413	291	490	0.706
Techo	70	186	111	873	0.597
Paredes (4)	50	310	169	480	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran-	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	24	23	
Trama: 64 x 64 Puntos	Pared inferior	24	24	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

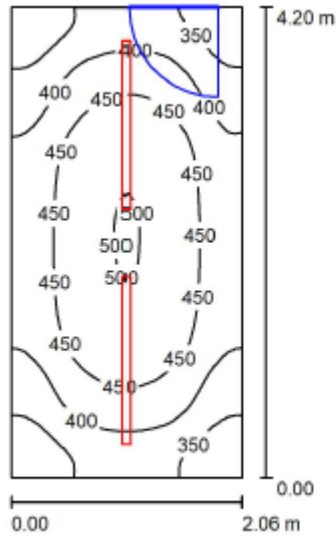
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
Total:			22800	22800	200.0

 Valor de eficiencia energética: $9.36 \text{ W/m}^2 = 1.80 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.37 m^2)

Ilustración 102. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto de mantenimiento.

6.3.4.15. Cuarto ascensor ala principal



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m

Valores en Lux, Escala 1:54

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	421	300	502	0.711
Suelo	20	302	236	348	0.783
Techo	70	212	116	884	0.549
Paredes (4)	50	289	130	662	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	22	21	
Trama: 32 x 64 Puntos	Pared inferior	22	21	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

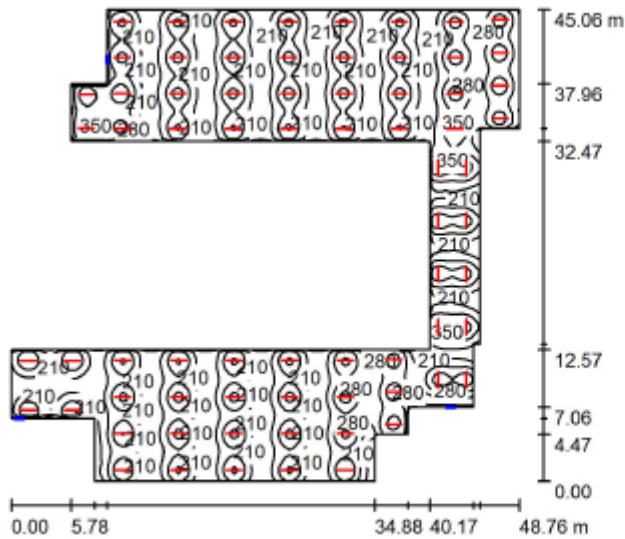
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	SIMON 78032333-884 Luminaria estanca 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
Total:			11400	11400	100.0

 Valor de eficiencia energética: $11.57 \text{ W/m}^2 = 2.75 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 8.64 m^2)

Ilustración 103. Resultados luminotécnicos obtenidos del cuarto del ascensor del ala principal.

6.3.4.16. Garaje



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m

Valores en Lux, Escala 1:579

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	251	96	416	0.380
Suelo	20	234	126	313	0.536
Techo	70	83	42	855	0.503
Paredes (20)	50	172	66	696	/

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	71	SIMON 78032333-884 Luminaria estancia 780 1500 IP65 4000K DALI (1.000)	5700	5700	50.0
			Total: 404700	Total: 404700	3550.0

 Valor de eficiencia energética: $3.36 \text{ W/m}^2 = 1.33 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1057.93 m^2)

Ilustración 104. Resultados luminotécnicos obtenidos del garaje.

Anexo 7: Planos

El proyecto se compone de los siguientes planos:

- Plano nº1: Situación geográfica.
- Plano nº2: Emplazamiento.
- Plano nº3.1: Distribución planta sótano.
- Plano nº3.2: Distribución planta baja.
- Plano nº3.3: Distribución planta primera.
- Plano nº3.4: Distribución planta segunda.
- Plano nº4.1: Instalación eléctrica planta sótano.
- Plano nº4.2: Instalación eléctrica planta baja.
- Plano nº4.3: Instalación eléctrica planta primera.
- Plano nº4.4: Instalación eléctrica planta segunda.
- Plano nº4.5: Instalación eléctrica cubierta.
- Plano nº5.1: Unifilar cuadro general del edificio.
- Plano nº5.1.1: Unifilar subcuadro oficinas.
- Plano nº5.1.2: Unifilar subcuadro gimnasio.
- Plano nº5.1.3: Unifilar subcuadro vehículo eléctrico.
- Plano nº5.1.4: Unifilar subcuadro restauración.
- Plano nº5.1.4.1: Unifilar subcuadro cocina.
- Plano nº5.1.4.2: Unifilar subcuadro comedor residencia.
- Plano nº5.1.4.3: Unifilar subcuadro cafetería.
- Plano nº5.1.5: Unifilar subcuadro general planta primera.
- Plano nº5.1.5.1: Unifilar subcuadro lavandería planta primera.
- Plano nº5.1.5.2: Unifilar subcuadro habitaciones ala derecha planta primera.
- Plano nº5.1.5.3: Unifilar subcuadro habitaciones ala izquierda planta primera.
- Plano nº5.1.6: Unifilar subcuadro general planta segunda.
- Plano nº5.1.6.1: Unifilar subcuadro lavandería planta segunda.
- Plano nº5.1.6.1.1: Unifilar subcuadro habitaciones.
- Plano nº5.1.6.2: Unifilar subcuadro habitaciones ala derecha planta segunda.
- Plano nº5.1.6.3: Unifilar subcuadro habitaciones ala izquierda planta segunda.
- Plano nº5.1.7: Unifilar subcuadro general planta sótano.
- Plano nº5.1.7.1: Unifilar subcuadro incendios.
- Plano nº5.1.7.2: Unifilar subcuadro ventilación garaje.
- Plano nº5.1.7.3: Unifilar subcuadro ascensores.
- Plano nº5.1.7.4: Unifilar subcuadro sala de caldera.
- Planos nº5.1.7.5: Unifilar subcuadro solar térmica.



- Plano nº6.1: Instalación fontanería planta sótano.
- Plano nº6.2: Instalación fontanería planta baja.
- Plano nº6.3: Instalación fontanería planta primera.
- Plano nº6.4: Instalación fontanería planta segunda.
- Plano nº7.1: Protección contra incendios planta sótano.
- Plano nº7.2: Protección contra incendios planta baja.
- Plano nº7.3: Protección contra incendios planta primera.
- Plano nº7.4: Protección contra incendios planta segunda.
- Plano nº8.1: Solar térmica cubierta.
- Plano nº8.2: Solar térmica planta segunda.
- Plano nº8.3: Solar térmica planta primera.
- Plano nº8.4: Solar térmica planta baja.
- Plano nº8.5: Solar térmica planta sótano.
- Plano nº8.6: Solar térmica esquema general.