

0. INDICE DE PLANOS

1. MEMORIA EXPOSITIVA

2. MEMORIA DESCRIPTIVA

- 1.1. Programa y descripción
- 1.2. Cuadro de superficies

3. MEMORIA CONSTRUCTIVA

- 3.1. Cerramientos
 - 3.1.1. Fachadas
 - 3.1.2. Cubiertas
- 3.2. Revestimientos
 - 3.2.1. Suelos
 - 3.2.2. Falsos techos
 - 3.2.3. Paredes
- 3.3. Sala de usos múltiples
- 3.4. Carpinterías

4. MEMORIA DE CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA

- 4.1. Descripción general. Idea global del proyecto y de su componente estructural. Usos.
- 4.2. Descripción y justificación de la tipología estructural elegida.
- 4.3. Materiales y propiedades mecánicas de los mismos.
- 4.4. Coeficientes de seguridad y niveles de control.
- 4.5. Tipo de terreno. Descripción y justificación del tipo de cimiento elegido.
- 4.6. Descripción y justificación de las juntas de dilatación o estructurales.
- 4.7. Modelización de la estructura a efectos de cálculo
- 4.8. Acciones verticales
 - 4.8.1. Valores adoptados para las cargas.
 - 4.8.2. Determinación de cargas para los pórticos más característicos.
- 4.9.- Acciones sísmicas
 - 4.9.1. Estimación de las rigideces laterales de los elementos verticales y cálculo de los centros de torsión (CT)

- 4.9.2. Estimación de la masa de cada planta y cálculo de los centros de masa (CM).
- 4.9.3. Cálculo de las excentricidades entre centro de masas y centro de torsión y justificación del método empleado para tener en cuenta los efectos de torsión.
- 4.9.4. Estimación de los cortantes totales en cada planta debidos al sismo y justificación de la ductilidad adoptada para la estructura.
- 4.9.5. Estimación de los cortantes máximos en los elementos verticales y obtención de las fuerzas estáticas equivalentes en los pórticos más característicos.
- 4.10. Acciones del viento.
- 4.11. Otras acciones consideradas
- 4.12. Predimensionado de los pórticos más característicos.
Combinación de cargas empleada.
 - 4.12.1. Predimensionado de la viga P14-P15 de suelo de planta primera
 - 4.12.2. Predimensionado del pilar P14
- 4.13. Diafragmas horizontales de piso. Cálculo de la zona característica.

5. MEMORIA DE INSTALACIONES

- 5.1. Instalación de fontanería: agua fría
 - 5.1.1. Memoria
 - 5.1.2. Cálculo
- 5.2. Instalación de fontanería: agua caliente sanitaria
 - 5.2.1. Memoria
 - 5.2.2. Cálculo
- 5.3. Instalación de saneamiento
- 5.4. Instalación de climatización
 - 5.4.1. Justificación del cumplimiento de la nbe ct 79
 - 5.4.2. Justificación del cumplimiento del RITE 98
 - 5.4.3. Cálculo de la instalación de climatización
 - 5.4.3.1. Condiciones de proyecto
 - 5.4.3.2.- Cálculo de las cargas térmicas
 - 5.4.3.3. Selección de equipos
 - 5.4.3.4. Cálculo de conductos
 - 5.4.3.5. Cálculo de los conductos de ventilación

- 5.5. Instalación de iluminación
 - 5.5.1. Tipos de luminarias y lámparas elegidas
 - 5.5.2. Cálculo de la instalación
 - 5.5.3. Cuadro resumen
- 5.6. Instalación de electricidad
 - 5.6.1. Legislación aplicable
 - 5.6.2. Descripción de la instalación eléctrica
 - 5.6.3. Diseño de la instalación
 - 5.6.4. Cumplimiento Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
 - 5.6.5. Cálculos generales y del subcuadro 1

6. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA CONTRA INCENDIOS, NBE- CPI- 96

- 6.1. Objeto y ámbito de aplicación
- 6.2. Compartimentación. Evacuación y señalización
 - 6.2.1. Compartimentación en sectores de incendios
 - 6.2.2. Restricciones a la ocupación
 - 6.2.3. Cálculo de la ocupación
 - 6.2.4. Evacuación
 - 6.2.5. Características de puertas y pasillos
 - 6.2.6. Características de las escaleras
 - 6.2.7. Señalización e iluminación
- 6.3. Comportamiento ante el fuego de los elementos constructivos y materiales
 - 6.3.1. Estabilidad ante el fuego exigida a la estructura
 - 6.3.2. Estabilidad ante el fuego exigida a los elementos constructivos
 - 6.3.3. Condiciones exigibles a los materiales
- 6.4. Instalaciones generales y locales de riesgo especial
 - 6.4.1. Instalaciones y servicios generales del edificio
 - 6.4.2. Locales y zonas de riesgo especial
- 6.5. Instalaciones de protección contra incendios
 - 6.5.1. Instalaciones de detección, alarma y extinción de incendios
 - 6.5.2. Instalación de alumbrado de emergencia

7. ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

7.1. Justificación del cumplimiento de la NBE CA 88

7.1.1. Generalidades

7.1.2. Condiciones exigibles a los elementos constructivos

7.2. Acondicionamiento acústico

7.2.1. Aulas y talleres

7.2.2. Sala de usos múltiples

7.3. Ficha justificativa del cumplimiento de NBE CA 88

8. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA DE ACCESIBILIDAD Y ELIMINACIÓN DE BARRERAS ARQUITECTÓNICAS

9 MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

0. ÍNDICE DE PLANOS

- 01_ ANÁLISIS URBANO: EL BARRIO
- 02_ ACERCAMIENTO AL ENTORNO: ANÁLISIS E IMPLANTACIÓN
- 03_ DEFINICIÓN GENERAL DEL EDIFICIO: PLANOS, FUNCIONAMIENTO, VISTAS
- 05_ DEFINICIÓN GENERAL DEL EDIFICIO: PLANOS, FUNCIONAMIENTO, VISTAS
- 05_ DEFINICIÓN GENERAL DEL EDIFICIO: PLANOS, FUNCIONAMIENTO, VISTAS
- 06_ DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA
- 07_ DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA
- 08_ CIMENTACIÓN: REPLANTEO DE PILARES. ESTRUCTURA: FORJADO DE PLANTA BAJA Y DETALLES
- 09_ ESTRUCTURA: CUADRO DE PILARES; FORJADO DE PLANTA PRIMERA; DESPIECE DE PÓRTICO TIPO; ESCALERA; DETALLES
- 10_ ESTRUCTURA: FORJADO DE PLANTA CUBIERTA; DESPIECE DE PÓRTICO Y CERCHAS TIPO. DETALLES
- 11_ JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
- 12_ INSTALACIONES DE FONTANERÍA: AGUA FRÍA, AGUA CALIENTE SANITARIA, SANEAMIENTO
- 13_ INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN
- 14_ INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN Y ELECTRICIDAD
- 15_ PLANOS DE ALBAÑILERÍA

1. MEMORIA EXPOSITIVA

El edificio del Centro de Actividades Comunitarias del Albaicín tuvo que ser demolido tras el ataque de una perversa patología. Este es el punto de partida del presente proyecto, que desarrolla desde el análisis del entorno hasta la ejecución del nuevo Centro Cívico Albaicín.

El barrio

El Albaicín, como origen de Granada, se muestra hoy como una ciudad en simbiosis con esta, de la cual se beneficia económica, cultural y socialmente pero a la que aporta idiosincrasia, originalidad y atractivo turístico y mediático. Aparece como un apósito, por su ubicación limítrofe con montes, por sus pronunciadas pendientes y su altura, por su singularidad urbanística respecto al resto de la ciudad... La dificultad tanto de acceso rodado como a pie y su independencia de la ciudad convierten el Albaicín en un lugar impermeable a flujos, singular por intencionalidad de estancia, con un ritmo más parecido al de un pueblo que al de una ciudad. Su altura con respecto al resto de Granada lo convierten en barrio mirador, atractivo tanto para el ciudadano como para el visitante.

El entorno

El proyecto se ubica en la plaza Aliatar situada en la parte alta del Albaicín. La parcela es exenta y tiene fachadas también a las calles Pagés, San Buenaventura y a la placeta de los Ortega. Por tanto, el proyecto debe dar respuesta, por un lado, a la zona de trasiego, turística y de actividad que suponen la calle Pagés (principal vía rodada del barrio) y la plaza Aliatar (siempre repleta de gente y terrazas de los bares); y, por otro lado, al ritmo sosegado de la calle trasera, un ritmo casi doméstico, muy característico del barrio. Estas dos claves definen al barrio en cuanto a su funcionamiento y modo de vida.

En el carácter arquitectónico del Albaicín prima la intimidad, la ocultación hacia el exterior. Tapias blancas sobre las que se levanta vegetación de los grandes patios privados acompañan la mayoría de las calles. Los huecos de fachada son siempre pequeños, en general con celosías y abundan las azoteas transitables. Pasear por el Albaicín es sentirse observado sin por ver.

El edificio constituirá el nuevo centro cívico del barrio. Se entiende que se trata por tanto de un edificio multifunción de primera instancia para la comunidad de ciudadanos que habita en las proximidades. Su uso se encuentra enmarcado en un ámbito inmediatamente superior al de la vida doméstica. Por tanto, el edificio debe ser suficientemente flexible para poder albergar las más dispares actividades que se puedan plantear. Debe dar respuesta a muy diversas situaciones de índole social (bailes, conciertos, recepciones, reuniones...), deportiva (entregas de premios, convocatorias...), cultural (exposiciones, conferencias, ciclos, ensayos...), docente (talleres, clases, cursos...), etc.

La propuesta

Partiendo de estos análisis el edificio se concibe como un único volumen, masivo, pétreo, que se va tallado para conseguir introducir la luz a los espacios interiores. Se plantea, por tanto, un edificio ensimismado, cerrado al exterior, que se vuelca a un mundo interior caracterizado por patios. La aparente opacidad y hermetismo del exterior se transforman en el interior en unos espacios bien cualificados en cuanto a dimensiones e iluminación natural. Una iluminación que, por tanto, no es excesiva sino adaptada a las necesidades de cada espacio. Se plantean espacios de diverso tamaño, que van desde la escala doméstica, próxima

al estar de una vivienda (25-30 m²) hasta una escala de barrio, donde desarrollar conferencias o actos variados (140 m² y doble altura), pasando por las escalas intermedias que permiten el desarrollo de cualquier actividad imaginable. Los diferentes espacios se vuelcan a los patios y quedan caracterizados por ellos.

Atendiendo al entorno, se ofrecen dos entradas diferenciadas. El acceso principal y representativo del edificio, volcado a la plaza Aliatar mediante un podio; y el acceso secundario, hacia la calle San Buenaventura, mucho más íntimo y doméstico, entendido desde el punto de vista del ciudadano del barrio que utiliza el edificio a diario. Se establece, por tanto, un recorrido en el interior del edificio, zigzagueante, casi a la manera de las calles del Albaicín y que incluso puede funcionar como adarve, manteniéndose en funcionamiento durante el día y cerrándose durante la noche.

2. MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1. Programa y descripción

Planta baja

Constituye la planta de máximo tránsito dentro del edificio. Por ello se entiende que debe ser la más representativa, la que tenga las actividades más multitudinarias y también la que resuelva las necesidades primarias del edificio y del barrio. De esta manera, se disponen en esta planta la sala de usos múltiples, el taller de mayor tamaño, así como dos aulas y las oficinas, que pueden ser de administración del propio centro pero también pueden ser utilizadas por el ayuntamiento para satisfacer las necesidades del barrio. Desde la plaza Aliatar se accede al vestíbulo principal del edificio, el cual se abre al patio de mayor tamaño y más representativo. Desde el vestíbulo se puede acceder a la sala de usos múltiples y a dos pasillos que distribuyen, por un lado, hacia los diferentes espacios y, por otro, hacia el núcleo servidor.

Núcleo servidor

Este núcleo servidor se repite de manera idéntica en las dos plantas principales (plantas baja y primera) y constituye el motor del edificio. Alberga las dos escaleras, los baños, el ascensor, el cuarto de limpieza así como el paso de instalaciones; sus cerramientos alojan la iluminación de los pasillos, las luces de emergencia de los mismos e incluso los extintores.

Planta primera

En un símil con el carácter del Albaicín, esta planta representa las calles de menor tránsito, con una ocupación casi exclusiva de los habitantes del barrio: un carácter mucho más doméstico que la planta baja. Se organiza igual que la anterior, en dos pasillos que rodean al núcleo servidor, los cuales distribuyen hacia dos talleres y tres aulas.

Planta sótano

Es una planta típicamente técnica, que sirve como desahogo del edificio y para alojar las máquinas necesarias.

2.2. Cuadros de superficies

Planta baja

Uso	Superficie útil (m²)
Sala de usos múltiples	143.64
Sala auxiliar	10.07
Taller T1	136.61
Aula A1	27.30
Aula A2	25.33
Oficinas	68.40
Archivo	15.30
Control	13.60
Núcleo servidor	48.50
Pasillos	78.54
Vestíbulo	30.18

Superficie útil total 597.47 m²
Superficie construida total 696.44 m²

Planta primera

Uso	Superficie útil (m²)
Taller T2	74.67
Taller T3	84.55
Aula A3	45.45
Aula A4	53.22
Aula A5	70.40
Núcleo servidor	48.50
Pasillos	78.54

Superficie útil total 455.33 m²
Superficie construida total 618.83 m²

Planta sótano

Uso	Superficie útil (m²)
Escaleras y ascensor	31.11
Instalaciones	123.41

Superficie útil total 154.51 m²
Superficie construida total 177.49 m²

3. MEMORIA CONSTRUCTIVA

3.1. Cerramientos

3.1.1. Fachadas

Las fachadas se revisten de piedra en coherencia con el concepto origen del edificio. La piedra utilizada es caliza con un tratamiento superficial apomazado. Las placas tienen unas dimensiones de 120x60x3 cm. Se presenta en dos soluciones constructivas diferentes:

- Fachada ventilada: Se aplica en las partes altas del edificio, superiores a los 3 metros con respecto a la cota del suelo de planta baja. Tiene como ventajas un mayor aislamiento térmico que las fachadas tradicionales. Las placas de piedra están ranuradas en los cantos superior e inferior (lados largos) adaptándose perfectamente a unos perfiles angulares en T. Estos perfiles van atornillados a una subestructura de acero galvanizado, la cual está anclada a los forjados y a la fábrica de ladrillo mediante pernos mecánicos.

- Adherida a la fábrica de ladrillo: para obtener una mayor seguridad en las partes bajas del edificio y evitar roturas por impacto, las placas de piedra se colocan directamente adheridas mediante mortero de agarre a la fábrica de ladrillo.

El cerramiento utilizado es la tradicional capuchina que permite un cómodo anclaje de la fachada ventilada así como del mortero de agarre y ofrece además muy buenas prestaciones de aislamiento a térmico y acústico. Está compuesta de:

- Citara de ladrillo perforado como hoja exterior resistente.
- Cámara de aire de 4 cm.
- Tabicón de ladrillo hueco doble como hoja interior y soporte de enlucido de yeso.

Piedra caliza: Roca sedimentaria constituida por precipitados carbonatados de composición y características variables. De gran compacidad, admiten bien el pulimentado.

- Densidad: 2.2 kg/dm³
- Resistencia a compresión: 900 kg/cm²
- Resistencia a flexión: 110 kg/cm²
- Resistencia al impacto: Valor medio en torno a 30 cm.
- Coeficiente de absorción: 0.8 %

Apomazado: Habitualmente se aplica en rocas dotadas de cierta compacidad como las calizas. Para ello, en pasadas sucesivas se trata la superficie de la piedra con abrasivos de grano decreciente (granalla de 1.3 a 0.5 mm) hasta dejarla completamente lisa, aunque sin brillo.

3.1.2. Cubiertas

Para conseguir la coherencia con el concepto pétreo del edificio, se opta por utilizar la cubierta plana. Se utiliza para ello una cubierta del tipo invertida, la cual viene caracterizada por tener el aislamiento térmico por encima de la lámina de impermeabilización. Ello supone una mayor protección y, por tanto, durabilidad para la lámina. Para conseguir la durabilidad en el aislamiento térmico se opta por paneles a media madera de poliestireno extruido de poro cerrado de 4 cm de espesor.

La formación de pendiente se consigue mediante hormigón celular, de muy baja densidad, con un espesor mínimo de 5 cm. La protección será pesada, de grava rodada de 5 mm de espesor, con un canto mínimo total de 4 cm.

3.2. Revestimientos

3.2.1. Suelos

El hermetismo y aspecto pétreo perseguido para el exterior, se convierte en flexibilidad espacial, iluminación natural y continuidad en el interior. Para conseguir esta continuidad resulta imprescindible utilizar un mismo pavimento en el interior y en el exterior, que sea capaz de resistir tanto los agentes externos (lluvia, heladas, sol) como los cuidados y la utilización del interior (productos químicos, tránsito), así como asegurar una adecuada adherencia y estabilidad.

Se utiliza para ello el gres porcelánico, con placas de 220x45x1.6 cm, que se presenta en dos soluciones constructivas diferentes:

- Patios: se coloca sobre plots regulables en altura. Ello permite dar continuidad en horizontal con el interior, resolviendo, además, la recogida de aguas pluviales por la parte inferior. Las pendientes se resuelven mediante arcilla expandida, arlita.

- Interiores: se coloca directamente adherido sobre mortero de agarre. Se utiliza este sistema ya que la previsión de utilización del edificio aseguran importantes cargas e impactos. Para alcanzar la cota de los patios y obtener la continuidad deseada, se dispone una capa de 7 cm de arcilla expandida sobre el forjado.

3.2.2. Falsos techos

Se utilizan unos falsos techos estándar de placa de yeso, de 60x60, con perfilaría de aluminio oculta. Son falsos techos registrables para facilitar el mantenimiento del edificio. Se disponen a 40 cm de la cara inferior del forjado de manera que alojan las instalaciones del edificio: climatización, fontanería, electricidad, iluminación, etc.

3.2.3. Paredes

Se utiliza, en general, un revestimiento tradicional mediante enlucido de yeso sobre fábrica de ladrillo, que asegura un perfecto funcionamiento del centro cívico.

El núcleo servidor central, como pieza singular del edificio, se reviste exteriormente de un panelado de madera bubinga, modelo Panober, atornillado sobre subestructura de perfiles de madera. Los paneles tienen una altura de 300cm y una anchura no superior a 120 cm, modulados según planimetría. La subestructura utiliza perfiles de 40x80 y 40x40 mm. El revestimiento interior del núcleo central se resuelve con enlucido de yeso sobre citara de ladrillo perforado.

3.3. Sala de usos múltiples

Puesto que constituye una pieza singular en el edificio cabe hacer especial mención a sus revestimientos.

Se ha utilizado un falso techo de paneles de madera bubinga, perforados, con una modulación de 60x60 cm, colgado mediante varillas y subestructura de aluminio oculta. Las perforaciones permiten el adecuado funcionamiento del absorbente acústico dispuesto en su cara superior y que se explica detalladamente en el apartado de acústica. La modulación permite la inclusión de difusores para la climatización, así como de los altavoces. El falso techo no se ajusta perfectamente a las paredes de la sala sino que deja una distancia que oscila entre 60 y 90 cm.

La parte superior de la sala se reviste con enlucido de yeso sobre fábrica de ladrillo.

Como se observa en el apartado de acústica, el tiempo de reverberación de la sala se adecua perfectamente a su supuesto uso mediante el enlucido de yeso y el absorbente acústico del falso techo. En vista de ello, el resto de paramentos se revisten con materiales reflectantes: paneles de madera bubinga en las partes bajas, atornillados a subestructura de madera (del mismo tipo que en núcleo servidor); puertas de madera bubinga.

3.4. Carpinterías

Son de aluminio tanto carpinterías fijas como correderas. Se ha elegido la marca comercial TECHNAL, por considerar sus modelos de alta calidad. El vidrio utilizado será doble, con cámara de aire, 6,6,6, que ofrece un buen aislamiento acústico y térmico.

4. MEMORIA DE CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA

4.1. Descripción general. Idea global de proyecto y de su componente estructural. Usos

El diseño de la estructura se define a partir de las características del proyecto y las acciones a las que se ve sometida.

El Centro Cívico proyectado se aleja un poco del esquema de un edificio estándar, ya que la dimensión de los espacios y las necesidades de uso provoca que las necesidades estructurales sean mucho más amplias.

El presente proyecto se encuentra en una parcela exenta, y consta de dos plantas sobre rasante destinadas a aulas, talleres, y sala de usos múltiples, destacando esta última con mayor altura de cubierta. Se completa el conjunto con una zona en sótano que no abarca toda la superficie del edificio.

4.2. Descripción y justificación de la tipología estructural elegida

Las dimensiones totales del edificio son 35'65 m de largo por 30'55 m de ancho, por lo que no es necesario prever juntas de dilatación.

El sistema estructural elegido para todo el Centro Cívico es el mismo, independientemente de los matices estructurales del salón de actos. El objetivo del diseño de la estructura es buscar un sistema que consiga distribución homogénea de las masas para el mejor comportamiento frente al sismo.

El sistema elegido para la elaboración de los diafragmas horizontales es el que posteriormente ha desarrollado el resto de la estructura.

Las luces existentes entre pilares hacen que el forjado que mejor se adapte a estas dimensiones sea el forjado reticular, aún habiendo zonas en las que éstas sean mayores. Éstos forjados se apoyan en pilares de hormigón armado, de sección varia en función de las situaciones en el proyecto y las necesidades estructurales.

En la cubierta del salón de actos, dada la mayor distancia entre pilares, se opta por otro tipo de estructura, basada en cerchas metálicas sobre las que se apoyan vigas de acero a modo de correas que soportan un forjado de chapa colaborante.

Este forjado compuesto es un sistema mixto de construcción formado por un perfil de acero que además de actuar como encofrado del hormigón, colabora en la resistencia de la losa sustituyendo total o parcialmente a las armaduras de tracción del forjado.

El fundamento de este Sistema de Forjado Compuesto consiste en que sus elementos trabajen conjuntamente aportando cada uno sus mejores características.

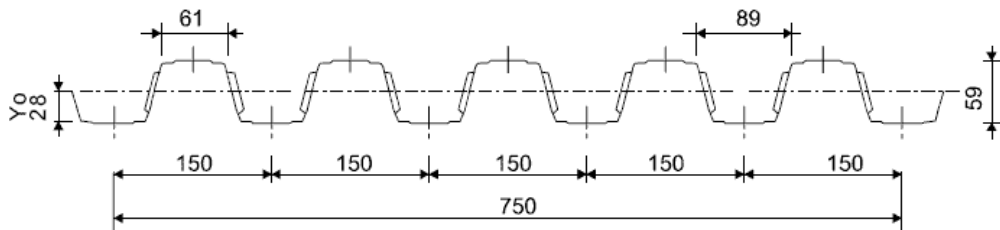
Es imprescindible conseguir una adherencia entre acero y hormigón superior al esfuerzo rasante de sollicitación. Para ello, estos perfiles llevan incorporadas unas embuticiones tronco piramidales repetidas indefinidamente en sus partes planas y en sus flancos inclinados que, por su forma, permiten un anclaje perfecto del hormigón al perfil.

El perfil elegido es el modelo PL 59/150 de 1 mm de espesor con un canto total de forjado de 15 cm.

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL PERFIL PL 59/150

E (mm)	P (Kg/m ²)	S útil Usefuf area (cm ² /m)	I (cm ⁴ /m)	W (cm ³ /m)	Yo (cm)
0.7	9.16	7.67	54.30	18.02	2.887
0.8	10.47	8.77	62.05	20.60	2.887
1.0	13.08	10.96	77.57	25.75	2.887
1.2	15.71	13.15	93.08	30.89	2.887

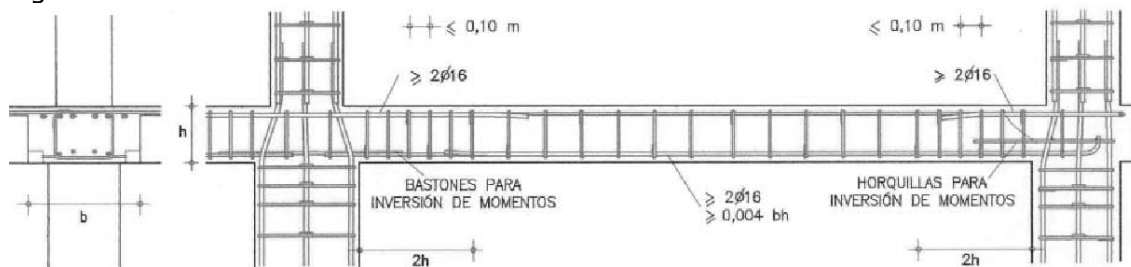
Límite elástico → 24 Kp/mm² Resistencia a la tracción → 30 Kp/mm² Galvanizado Sendzimir: UNE-36130 Z-275



Las escaleras se resuelven con losas macizas de hormigón armado, apoyando la meseta en muretes de fábrica de ladrillo.

En cuanto a los materiales, se emplea hormigón armado con acero B-400SD, especial para la situación sísmica en la que nos encontramos al considerar la ductilidad de la estructura como alta. En cuanto a la cubierta del salón de actos será metálica de acero S275.

La estructura que se consigue nos permite tomar un valor de $\mu = 3$, por lo que se tendrán en cuenta las consideraciones indicadas en la normativa en cuanto al armado para estructuras de ductilidad alta. El esquema indicado en la EHE es el siguiente:



En definitiva la estructura ha pretendido resolver los condicionantes iniciales planteados por el uso del edificio, con un sistema estructural unitario que se adapta en cada necesidad a estos condicionantes, además de seguir el diseño de proyecto.

4.3. Materiales y propiedades mecánicas de los mismos

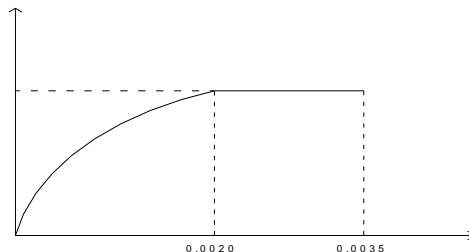
Los elementos de cimentación y estructura se realizarán con hormigón de resistencia 30 N/mm². El acero para armar será B-400SD y el empleado en los elementos metálicos será S275. Los materiales cumplirán lo prescrito en las normas correspondientes NBE-EHE-98 y NBE-EA-95.

<u>1. HORMIGÓN (EHE-98) en cimentación</u>	<u>HA-30/P/20/IIa</u>
Resistencia característica a los 28 días:	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
Densidad (A1, art10.20.1):	2.500 kg/m^3
Nivel de control de la ejecución:	Normal
Clase general de exposición (art.8.2.3):	IIa
Recubrimiento mínimo de armaduras (Art.37.2.4):	3'5 cm
Cuantía geométrica mínima en losas (Art.42.3.5):	0'002
Módulo de elasticidad (art. 39.6):	32.075 N/mm^2
<u>2. HORMIGÓN (EHE-98) en forjados</u>	<u>HA-30/B/12/I (Forjados)</u>
Resistencia característica a los 28 días:	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
Densidad (A1, art10.20.1):	2.500 kg/m^3
Nivel de control de la ejecución:	Normal
Clase general de exposición (art.8.2.3):	I
Recubrimiento mínimo de armaduras (Art.37.2.4):	3'0 cm
Cuantía geométrica mínima en losas (Art.42.3.5):	0'002
Módulo de elasticidad (art. 39.6):	32.075 N/mm^2

La tabla 37.3.2.a de la EHE nos obliga al mínimo contenido en cemento de 300 kg/m^3 , y relación agua/cemento de 0'50 para el ambiente IIa y de 0'60 para el ambiente I.

El cemento utilizado seguirá las indicaciones del art.26 de la EHE. El agua empleada cumplirá lo establecido en el art.27 de la norma. Los áridos elegidos cumplirán las prescripciones fijadas en el art.28.

El diagrama tensión-deformación que se adoptará será el de la parábola-rectángulo, donde la deformación de rotura a compresión simple es la correspondiente al 2‰ y la deformación de rotura a flexión será del 3.5 ‰, con una resistencia de cálculo a compresión de $0.85 \cdot f_{cd}$:



<u>3. ACERO (EHE-98)</u>	<u>B-400SD</u>
Límite elástico (art.31.2):	$f_k = 400 \text{ N/mm}^2$
Carga unitaria de rotura (art.31.2):	$f_s = 400 \text{ N/mm}^2$
Alargamiento de rotura (art.31.2):	12%
Relación F_s/F_y :	1'05 (art.31.2)
Módulo de deformación longitudinal (art.38.4):	$E_s = 200.000 \text{ N/mm}^2$
Módulo de elasticidad (EA-95 art.3.1.9):	$2.100.000 \text{ Kp/cm}^2$

Los ensayos de control de calidad del acero se realizarán según el art.36.2 de la EHE.

<u>4. ACERO (EA-95) en pórticos, placas de anclaje y viguetas</u>	<u>S275</u>
Límite elástico (t.2.1.2):	$\sigma_e = 2750 \text{ kp/cm}^2$

4.4. Coeficientes de seguridad y niveles de control

Coeficientes de seguridad

Coeficientes de minoración de resistencia de materiales (art.15.3):

Estados Límites Últimos:

Acción persistente o transitoria:	$\gamma_C = 1'50$	$\gamma_S = 1'15$
Acción accidental (sismo):	$\gamma_C = 1'30$	$\gamma_S = 1'00$
Estados Límites de Servicio:	1'00 en cualquier caso	

Coeficientes de mayoración de acciones (art.95.5): para control de ejecución normal:

Acción permanente:	$\gamma_G = 1'50$
Acción variable:	$\gamma_Q = 1'60$

NIVEL DE CONTROL

El nivel de control de la ejecución de los elementos de cimentación será normal.

4.5. Tipo de terreno. Descripción y justificación del tipo de cimentación elegido

A falta de un estudio geotécnico del terreno se considera que el proyecto se encuentra en una zona de terreno granular de alta compacidad a poca profundidad.

Teniendo en cuenta estas premisas, se considera el siguiente corte del terreno:

Nivel 1:	Relleno antrópico, de 1'00 m de espesor
Nivel 2:	Arenas, de alta compacidad, de 2'50 m de espesor
Nivel 3:	Gravas, de alta compacidad y elevada resistencia

Se considera que no se encuentra el nivel freático en el ámbito de influencia de la cimentación.

A partir de estos datos, la cimentación que entendemos por más idónea para repartir uniformemente la carga que transmite la estructura al terrenos será cimentación por losa.

La cimentación se resuelve mediante losa de cimentación. Al existir una zona en sótano, podrían producirse asentamientos diferenciales al apoyar la cimentación de ambas zonas a diferentes profundidades. Es por ello que la conexión de la cimentación de planta baja con la cabeza de los muros de que arrancan del nivel de sótano se realiza mediante barras de conexión sin formar nudo rígido, conectores que permiten los posibles pequeños movimientos diferenciales sin afectar al conjunto de la estructura.

Para ello se eliminará la primera capa de terreno dado que se trata de relleno antrópico, no apto para apoyar la cimentación. Se preparará una subbase bajo la losa de cimentación con una capa de grava de 40 cm y una capa de albero compactado de 40 cm, sobre el terreno natural compactado.

Se considerarán los siguientes datos del terreno para el cálculo de la cimentación:

- Tensión admisible del terreno considerada	20 Tn/m ²
- Densidad	1'80 Tn/m ³
- Coeficiente C del terreno	1'50

4.6. Descripción y justificación de las juntas de dilatación o estructurales

Debido a las dimensiones del edificio, inferiores a las indicadas en normativa para poder no considerar acciones térmicas, no se disponen juntas de dilatación.

4.7. Modelización de la estructura a efectos de cálculo

Para realizar el predimensionado de la estructura y obtener los esfuerzos se ha utilizado un cálculo simplificado o aproximado para resolver la estructura hiperestática.

Las hipótesis consideradas a priori son:

Para el caso de cargas verticales, las hipótesis del método simplificado son:

- En las vigas consideramos $M=0$ para una distancia del nudo $0.1L$
- En las vigas consideramos Axil NULO

Para el caso de cargas horizontales, las hipótesis del método simplificado son:

- En los pilares consideramos $M=0$ a mitad de pilar
- Distribución de los cortantes en los pilares proporcionales a sus rigideces
- Axil en pilares centrales NULO

Los pilares se consideran perfectamente empotrados a la cimentación.

El armado de los elementos de cimentación y la comprobación de sección suficiente se realizará a partir de las acciones transmitidas por el conjunto. En el dimensionado y comprobación de los elementos de la estructura se ha considerado como carga actuante la combinación pésima de las sollicitaciones transmitidas por el soporte, obtenidas en el cálculo de la estructura.

Las combinaciones de hipótesis empleadas en el cálculo, serán las indicadas en la normativa, art.13 de la EHE. El armado de vigas y soportes seguirá las indicaciones de la EHE.

Con estas premisas y las acciones horizontales y verticales obtenidas en el cálculo, obtendremos los esfuerzos en los elementos de la estructura que al aplicarlos en las fórmulas de cálculo de la normativa nos darán el dimensionado final y el armado que cumpla todas las comprobaciones según normas.

4.8. Acciones verticales

4.8.1. Valores adoptados para las cargas

Las acciones de cálculo consideradas son el resultado de la aplicación de la Norma NBE-AE 88, además de las tablas de pesos propios característicos de cada solución constructiva.

ACCIONES GRAVITATORIAS

Peso propio de forjado	350 kg/m ²
Peso propio pavimento y falso techo	100 kg/m ²
Peso propio formación de cubierta	100 kg/m ²
Peso propio cerramiento exterior	800 kg/ml
Peso propio peto cubierta	350 kg/ml

SOBRECARGAS

Sobrecarga de uso	300 kg/m ²
Sobrecarga tabiquería	100 kg/m ²
Sobrecarga de uso cubierta	100kg/m ²
Sobrecarga nieve	80 kg/m ²

4.8.2. Determinación de cargas para los pórticos más característicos

Para el cálculo mediante el método simplificado de los esfuerzos en los pórticos consideraremos una combinación de esfuerzos tal que:

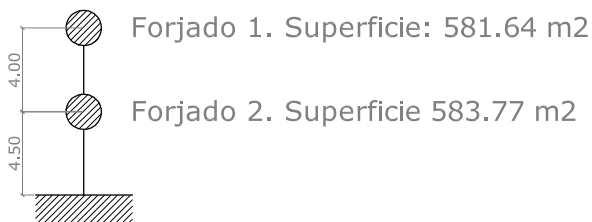
$$(1,0) \times \text{HS1 permanentes} + (0.8) \times \text{HS2 variables}$$

Mediante esta combinación y con el uso del método simplificado de cálculo establecemos los esfuerzos para las cargas verticales a los que sumaremos los esfuerzos debidos a las cargas horizontales del sismo, que determinaremos más adelante.

4.9. Acciones sísmicas

4.9.1. Estimación de la masa de cada planta y cálculo de los centros de masa (CM)

A efectos de cálculo y puesto que este servirá para el predimensionado de un pórtico característico de la estructura, se considerarán las dos plantas principales del edificio.



Cálculo de las masas

Para el cálculo de las masas por forjado se considerarán las siguientes hipótesis según la NCSE 02, por ser un edificio público (art.3.2):

$$M = \frac{P}{a_g} = \frac{(1.0) \times \text{concargas} + (0.6) \times \text{sobrecargas}}{9.80 \text{ m/s}^2}$$

CONCARGAS

pp. cubierta:	1.0 KN/m ²
pp. forjado:	3.5 KN/m ²
pp. peto cubierta:	3.5 KN/m
pp. hormigón armado:	25.0 KN/m ³
pp. cerramiento exterior:	8.0 KN/m
pp. pavimento y falso techo:	1.0 KN/m ²

SOBRECARGAS

Uso personas:	3.0 KN/m ²
Uso de cubierta:	1.0 KN/m ²
Tabiquería:	1.0 KN/m ²

- Forjado 1 (cubierta)

$$W_{F1} = [581.64 \times (3.5 + 1) + (144.09 \times 3.5)] + 0.6 \times [(581.64 \times 1) + (19 \times 2 \times 0.4 \times 0.4 \times 25) + (219 \times 0.45 \times 0.4 \times 25)]$$

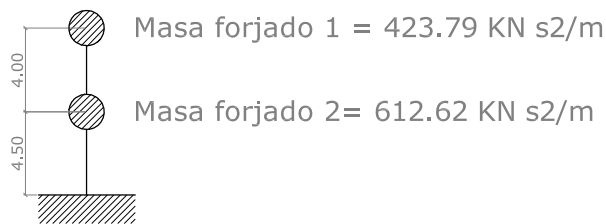
$$W_{F1} = 3121.69 + 0.6(1719.14) = 4153.17 \text{ KN}$$

$$M_{F1} = \frac{W_{F1}}{9.80} = \frac{4153.17}{9.80} = 423.79 \text{ KN}\cdot\text{s}^2 / \text{m}$$

- Forjado 2 (suelo planta primera)

$$W_{F2} = [583.77 \times (3.5 + 1) + (78.4 \times 8) + 21 \times 0.4 \times 0.4 \times 4 \times 25] + (225 \times 0.45 \times 0.4 \times 25) + 0.6 \times [583.77 \times (3 + 1)] = 4602.66 + 1401.05 = 6003.71 \text{ KN}$$

$$M_{F2} = \frac{W_{F2}}{9.80} = \frac{6003.71}{9.80} = 612.62 \text{ KN}\cdot\text{s}^2 / \text{m}$$



Cálculo de los centros de masa

Forjado 1:

$$X_{CM} = 14.75 \text{ m}$$

$$Y_{CM} = 14.18 \text{ m}$$

Forjado 2:

$$X_{CM} = 15.04 \text{ m}$$

$$Y_{CM} = 14.01 \text{ m}$$

4.9.2. Estimación de las rigideces laterales de los elementos verticales y cálculo de los centros de torsión (CT)

Para el predimensionado de la estructura, se va a suponer que todos los pilares tienen la misma sección: 0.40x0.40 m

- Planta baja

$$K_x = K_y = \frac{12 \times E \times I}{h^3}$$

$$E = 2 \times 10^5 \text{ Kp/cm}^2 = 2 \times 10^7 \text{ KN/m}^2$$

$$I = \frac{b \times y^3}{12} = \frac{0.40 \times 0.40^3}{12} = 2.1 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$h = 4.5 \text{ m}$$

$$K_x = K_y = \frac{12ExI}{h^3} = \frac{12 \times 2 \times 10^7 \times 2.1 \times 10^{-3}}{4.5^3} = 5530.86 \text{ KN/m}$$

- *Planta primera*

$$h = 4 \text{ m}$$

$$K_x = K_y = \frac{12ExI}{h^3} = \frac{12 \times 2 \times 10^7 \times 2.1 \times 10^{-3}}{4^3} = 7875 \text{ KN/m}$$

Cálculo del centro de torsión

- *Planta primera*

$$X_{CT} = \frac{7875(5 \times 25.2 + 4 \times 17.8 + 4 \times 12 + 4 \times 4.6)}{19 \times 7875} = 13.87 \text{ m}$$

$$Y_{CT} = \frac{7875(2 \times 30.2 + 2 \times 26 + 5 \times 19 + 5 \times 11 + 3 + 2 + 1)}{19 \times 7875} = 14.12 \text{ m}$$

- *Planta baja*

$$X_{CT} = \frac{5530.86(6 \times 25.2 + 5 \times 17.8 + 4 \times 12 + 4 \times 4.6)}{21 \times 5530.86} = 14.6 \text{ m}$$

$$Y_{CT} = \frac{5530.86(2 \times 30.2 + 4 \times 26 + 5 \times 19 + 5 \times 11 + 3 + 2 + 1)}{21 \times 7875} = 15.25 \text{ m}$$

4.9.3. Cálculo de las excentricidades entre CM y CT y justificación del método empleado para tener en cuenta los efectos de torsión

Dimensiones en planta del edificio

Máxima dimensión en el eje X : 25.20 m	10% Dx = 2.52 m
Máxima dimensión en el eje Y : 30.20 m	10% Dy = 3.02 m

Cálculo de las excentricidades

Planta primera: $e_x = 14.75 - 13.87 = 0.88 \text{ m}$
 $e_y = 14.18 - 14.12 = 0.06 \text{ m}$

Planta baja: $e_x = 15.04 - 14.6 = 0.44 \text{ m}$
 $e_y = 15.25 - 14.01 = 1.24 \text{ m}$

Para aplicar el método simplificado de la norma NCSE 02 es necesario que el edificio cumpla las condiciones enunciadas en su art. 3.5.1. En el edificio objeto de este cálculo no se cumple el apartado 3 en el que se dice que deberá existir regularidad geométrica en planta y en alzado, sin entrantes ni salientes importantes. Tampoco cumple rigurosamente el apartado 4 puesto que existen dos pilares que arrancan en cimentación y tienen su cabeza en el forjado de suelo de planta primera. Por tanto habrá que recurrir al método general.

4.9.4. Estimación de los cortantes totales en cada planta debidos al sismo y justificación de la ductilidad adoptada para la estructura

Cálculo de la aceleración sísmica de cálculo (art.2.2 NCSE 02)

$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$
 a_b = aceleración sísmica básica, que para granada es 0.23 g
 ρ = coeficiente de riesgo, que, por ser un edificio de importancia especial, se tomará un valor de $\mu = 1.3$
 S = coeficiente de amplificación del terreno

$$\rho \cdot a_b = 0.29g \rightarrow S = \frac{C}{1.25} + 3.33 \left(\mu \cdot \frac{a_b}{g} - 0.1 \right) \left(1 - \frac{C}{1.25} \right)$$

C = Coeficiente de terreno, que, tipo de terreno I, tendrá el valor $C=1$

$$S = 0.76$$

Aplicando todos estos datos a la fórmula de la aceleración sísmica de cálculo se obtiene lo siguiente:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b = 0.76 \cdot 1.3 \cdot 0.23g = 0.23g$$

Período fundamental de vibración

El período fundamental de vibración de la estructura es, en virtud del art.3.7.2.2

$$T_1 = 0.09n, \text{ siendo } n \text{ el número de plantas sobre rasante}$$
$$T_1 = 0.18 \text{ s}$$

Para el cálculo de la estructura sólo se tendrá en cuenta el primer modo de vibración, puesto que es inferior a 0.75 s (art.3.7.2.1)

Cálculo de las fuerzas elásticas máximas

$$[f_{s1,max}] = [M] \cdot [\Phi_1] \cdot \frac{L_1}{M_1} \cdot S_{pa}$$

$$[M] = \text{Matriz de masas} = \begin{vmatrix} 423.79 & 0 \\ 0 & 612.62 \end{vmatrix}$$

$$[\Phi_1] = \text{Matriz modo de vibración} = \left| \text{sen} \frac{(2n-1) \cdot \pi \cdot h_1}{2H} \right|$$

h_1 = altura desde cimentación a la planta correspondiente
 H = altura total del edificio
 n = n° modo de vibración

$$[\Phi_1] = \begin{vmatrix} \sin \frac{\pi}{2} \\ \sin \frac{4\pi}{2 \times 8.5} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 \\ 0.74 \end{vmatrix}$$

$$L_1 = \text{Factor de excitación modal} = [\Phi_1]^T \cdot [M] \cdot [r]$$

$$L_1 = \begin{vmatrix} 1 & 0.74 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 423.79 & 0 \\ 0 & 612.62 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 \\ 1 \end{vmatrix} = 877.13$$

$$M_1 = \text{Masa generalizada} = [\Phi_1] \cdot [M] \cdot [\Phi_1]^T = 759.26$$

$$S_{pa} = \text{Aceleración absoluta de respuesta} = \frac{\alpha(T_1) \cdot u \cdot a_c}{\mu}$$

Según el art. 2.3 de la NCSE 02:

$$K=1$$

$$C=1$$

$$T_A = K \cdot \frac{C}{10} = 0.1$$

$$T_B = K \cdot \frac{C}{2.5} = 0.4$$

$$\text{Por tanto, } T_A < T_1 < T_B \rightarrow \alpha(T_1) = 2.5$$

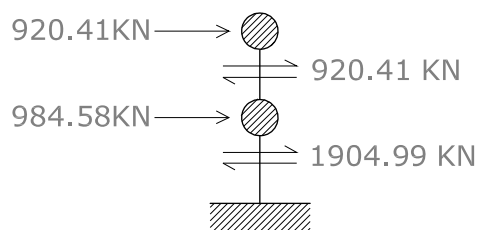
$$u = \frac{5^{0.4}}{\Omega^{0.4}} ; \Omega = 5 \rightarrow u = 1$$

La ductilidad se considera alta, con un valor de $\mu = 3$ puesto que se cumplen las condiciones impuestas por la norma en el apartado b) del art.3.7.3.1, así como las prescripciones establecidas en el capítulo 4.

$$S_{pa} = \frac{2.5 \cdot 1 \cdot 0.23g}{3} = 0.19g = 1.88$$

Con todos estos datos se pueden obtener ya las fuerzas elásticas máximas:

$$[f_{s1,max}] = [M] \cdot [\Phi_1] \cdot \frac{L_1}{M_1} \cdot S_{pa} = \begin{vmatrix} 423.79 & 0 \\ 0 & 612.62 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 1 \\ 0.74 \end{vmatrix} \cdot \frac{877.13}{759.26} \cdot 1.88 = \begin{vmatrix} 920.41 \\ 984.58 \end{vmatrix} \text{ (KN)}$$



Coeficiente cortante basal

$$C_b = \frac{1904.99}{9.8 \times (423.79 + 612.62)} = 0.18$$

4.9.5. Estimación de los cortantes máximos en los elementos verticales y obtención de las fuerzas estáticas equivalentes en los pórticos más característicos

Se considera la hipótesis del sismo actuando en la dirección del eje X

Cálculo del cortante del conjunto de pórticos entre cada pilar, sin considerar efectos de torsión

Puesto que para el predimensionado se ha considerado que todos los pilares tienen la misma sección (0.40x0.40m), el cortante soportado por cada uno de ellos será idéntico. Por tanto, se calcula el cortante en un pilar cualquiera:

Planta baja

$$V_{\text{pilar14}} = V_2 \cdot \frac{K_{x,P14,PB}}{\sum K_{x,PB}} = 1904.99 \cdot \frac{5530.86}{21 \times 5530.86} = 90.71 \text{ KN}$$

Planta primera

$$V_{\text{pilar14}} = V_1 \cdot \frac{K_{x,P14,P1}}{\sum K_{x,P1}} = 920.41 \cdot \frac{7875}{21 \times 7875} = 43.83 \text{ KN}$$

Cálculo del cortante provocado por los efectos de torsión

Como ya se ha indicado, no se podrá aplicar el método simplificado de la norma, por lo que habrá que recurrir al método general.

Planta baja

1.- $CT_{PB} = (14.6, 15.25)$

2.- Fuerzas estáticas equivalentes: $[f_{s1,max}] = \begin{bmatrix} 920.41 \\ 984.58 \end{bmatrix}$

3.- Cálculo $M_{T,PB}$. Las fuerzas se considerarán aplicadas en el CM con un desplazamiento $L/20$.

$CM_{PB} = (15.04, 14.01)$

$CM_{P1} = (14.75, 14.18)$

$L = 30.2 \text{ m}$

$$\frac{L}{20} = \frac{30.2}{20} = 1.51 \text{ m}$$

$$M_{T,PB} = (717.49 + 670.729) \cdot (14.01 - 1.51 - 15.25) = 5238.72 \text{ KN m}$$

4.- Cálculo $K_{T,PB}$

$$K_{T,PB} = \sum_{i=1}^r (K_{xi} \cdot dy^2 + K_{yi} \cdot dx^2)$$

$$\begin{aligned} K_{T,PB} &= 5530.86 \cdot \{ (2 \times 14.95^2 + 4 \times 10.75^2 + 5 \times 3.75^2 + 5 \times 4.25^2 + 10.25^2 + 11.25^2 + 12.25^2 + \\ &+ 13.25^2 + 14.25^2 + 15.25^2) + (6 \times 10.6^2 + 5 \times 3.2^2 + 4 \times 2.6^2 + 4 \times 10^2 + 2 \times 14.6^2) \} = \\ &= 20\,140\,488.84 \text{ KN} \cdot \text{m/rad} \end{aligned}$$

5.- Calculo el giro real

$$\theta_{PB} = \frac{M_{T,PB}}{K_{T,PB}} = \frac{5238.72}{20140488.42} = 2.6 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

6.- Calculo el incremento de cortante debido a los efectos de torsión en el pórtico PX4 de planta baja

$$\begin{aligned} \Delta V_{x,12} = \Delta V_{x,13} = \Delta V_{x,14} = \Delta V_{x,15} = \Delta V_{x,16} &= K_x \cdot dy \cdot \theta_{PB} = \\ &= 5530.86 \cdot (15.25 - 11) \cdot 2.6 \times 10^{-4} = 6.1 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$\Delta V_{y,12} = K_{y12} \cdot dx \cdot \theta_{PB} = 5530.86 \cdot 14.6 \cdot 2.6 \times 10^{-4} = 20.99 \text{ KN}$$

$$\Delta V_{y,13} = K_{y13} \cdot dx \cdot \theta_{PB} = 5530.86 \cdot (14.6 - 10) \cdot 2.6 \times 10^{-4} = 6.6 \text{ KN}$$

$$\Delta V_{y,14} = K_{y,14} \cdot dx \cdot \theta_{PB} = 5530.86 \cdot (14.6 - 12) \cdot 2.6 \times 10^{-4} = 3.74 \text{ KN}$$

$$\Delta V_{y,15} = K_{y15} \cdot dx \cdot \theta_{PB} = 5530.86 \cdot (17.8 - 14.6) \cdot 2.6 \times 10^{-4} = 4.74 \text{ KN}$$

$$\Delta V_{y,16} = K_{y16} \cdot dx \cdot \theta_{PB} = 5530.86 \cdot (25.2 - 14.6) \cdot 2.6 \times 10^{-4} = 15.24 \text{ KN}$$

Planta primera

El proceso para la planta primera es idéntico al de planta baja.

1.- $CT_{P1} = (13.87, 14.12)$

2.- Fuerzas estáticas equivalentes: $[f_{s1,max}] = \begin{bmatrix} 920.41 \\ 984.58 \end{bmatrix}$

3.- Calculo $M_{T,P1}$. Las fuerzas se considerarán aplicadas en el CM con un desplazamiento $L/20$.

$$CM_{PB} = (15.04, 14.01)$$

$$CM_{P1} = (14.75, 14.18)$$

$$L = 30.2 \text{ m}$$

$$\frac{L}{20} = \frac{30.2}{20} = 1.51 \text{ m}$$

$$M_{T,P1} = (920.41) \cdot (14.01 - 1.51 - 15.25) = 2531.12 \text{ KN m}$$

4.- Calculo $K_{T,P1}$

$$K_{T,P1} = \sum_{i=1}^r (K_{xi} \cdot dy^2 + K_{yi} \cdot dx^2)$$

$$K_{T,PB} = 7875 \cdot \{(2 \times 16.08^2 + 4 \times 11.88^2 + 5 \times 4.88^2 + 5 \times 3.12^2 + 9.12^2 + 10.12^2 + 11.12^2 + 12.12^2 + 13.12^2 + 14.12^2) + (6 \times 11.33^2 + 5 \times 3.93^2 + 4 \times 1.87^2 + 4 \times 9.27^2 + 2 \times 13.87^2)\}$$

$$= 28\,877\,402.14 \text{ KN m/rad}$$

5.- Calculo el giro real

$$\theta_{PB} = \frac{M_{T,P1}}{K_{T,P1}} = \frac{2531.12}{28877402.14} = 8.76 \times 10^{-5} \text{ rad}$$

6.- Calculo el incremento de cortante debido a los efectos de torsión en el pórtico PX4 de planta primera

$$\Delta V_{x,12} = \Delta V_{x,13} = \Delta V_{x,14} = \Delta V_{x,15} = \Delta V_{x,16} = K_x \cdot dy \cdot \theta_{PB} =$$

$$= 7875 \cdot (14.12 - 11) \cdot 8.76 \times 10^{-5} = 2.4 \text{ KN}$$

$$\Delta V_{y,12} = K_{y12} \cdot dx \cdot \theta_{PB} = 7875 \cdot 13.87 \cdot 8.76 \times 10^{-5} = 9.55 \text{ KN}$$

$$\Delta V_{y,13} = K_{y13} \cdot dx \cdot \theta_{PB} = 7875 \cdot 8.6 \cdot (13.87 - 10) \cdot 8.76 \times 10^{-5} = 2.67 \text{ KN}$$

$$\Delta V_{y,14} = K_{y,14} \cdot dx \cdot \theta_{PB} = 7875 \cdot (13.87 - 12) \cdot 8.76 \times 10^{-5} = 1.27 \text{ KN}$$

$$\Delta V_{y,15} = K_{y15} \cdot dx \cdot \theta_{PB} = 7875 \cdot (17.8 - 13.87) \cdot 8.76 \times 10^{-5} = 2.69 \text{ KN}$$

$$\Delta V_{y,16} = K_{y16} \cdot dx \cdot \theta_{PB} = 7875 \cdot (25.2 - 13.87) \cdot 8.76 \times 10^{-5} = 7.79 \text{ KN}$$

Para la obtención de las fuerzas estáticas equivalentes en el pórtico PX4 habrá que tener en cuenta los cortantes incluidos los adicionales por torsión. El pórtico sólo podrá resistir fuerzas en su plano por lo que para este caso concreto no se incluirán las fuerzas en la dirección del eje Y.

Tanto el cortante máximo en cada pilar como el cortante adicional debido a efectos de torsión son exactamente idénticos en el pórtico PX4 ya que por un lado, se ha considerado que todos los pilares tienen la misma sección y que, por otro, todos los pilares están a la misma distancia del centro de torsión. Por tanto, el cortante total máximo será idéntico en todos los pilares, sabiendo que se está considerando la hipótesis del sismo actuando según el eje X.

Planta baja

$$V_{x,12} + \Delta V_{x,12} = 90.71 + 6.1 = 96.81 \text{ KN}$$

Planta primera

$$V_{x,12} + \Delta V_{x,12} = 43.83 + 2.4 = 46.23 \text{ KN}$$

El cortante total en el pórtico PX4 sería:

Planta baja

$$V_{x,PX4} = 484.05 \text{ KN}$$

Planta primera

$$V_{x,PX4} = 231.15 \text{ KN}$$

Para hacer un dimensionado adecuado, la norma exige que los pilares deben soportar los esfuerzos causados por el sismo en los siguientes casos:

- Sismo actuando según el eje X
- Sismo actuando según el eje Y
- Combinatoria de $S_x + 0.3 S_y$
- Combinatoria de $S_y + 0.3 S_x$

Para el presente predimensionado sólo se tendrá en cuenta el primer caso.

4.10. Acciones de viento

La acción del viento se considera como una carga uniforme de componente horizontal aplicada en los pilares extremos del pórtico. Debido al cálculo de las fuerzas sísmicas, ya hemos considerado una hipótesis de cargas horizontales mucho más restrictivas que las del viento y que nos permiten obviar los esfuerzos producidos por la acción del viento sobre la estructura.

4.11. Otras acciones consideradas

Además de las cargas consideradas no se han tenido en cuenta otras para el cálculo de la estructura.

4.12. Predimensionado de los pórticos más característicos. combinación de cargas empleada

Aunque para el cálculo exacto por ordenador se han utilizado todas las combinaciones de cargas posibles, tomando para el dimensionado la más desfavorable, para el presente predimensionado se opta por la combinación que a priori parece la pésima. Puesto que el Centro Cívico se encuentra en Granada de elevada sismicidad, se utilizará la combinación definida en la EHE para Estados Límites Últimos, Caso II "Situaciones Sísmicas", Combinación IIa1, con los siguientes coeficientes de ponderación:

Cargas permanentes	1.0
Sobrecargas	0.8
Sismo	1.0

$$(1.0) \times \text{Concargas} + (0.8) \times \text{Sobrecargas} + (1.0) \times \text{Sismo}$$

Para el predimensionado de unos elementos característicos, se opta por la viga de suelo de planta primera que une los pilares P14 – P15, así como el pilar P14, por estar centrados en la estructura y responder a condiciones generalizables al resto de la misma.

Cálculo de las cargas gravitatorias sobre la viga P14-P15 de suelo de planta primera:

Superficie: $8.5 \cdot L$ (m²)

Cargas permanentes:

$$g = 8.5 \times (3.5 + 1) + 0.4 \times 0.45 \times 25 = 42.94 \text{ KN/m}$$

Sobrecargas:

$$q = 8.5 \times (3 + 1) = 34 \text{ KN/m}$$

Cargas ponderadas:

$$(1.0) \times HS1 + (0.8) \times HS2 = (1.0) \times 42.94 + (0.8) \times 34 = 70.14 \text{ KN/m} = 7 \text{ T/m}$$

Cálculo de las solicitaciones

Momento en el centro del vano:

$$M_f = \frac{q \cdot L^2}{24} = \frac{7 \times 5.8^2}{24} = 9.8 \text{ Tm}$$

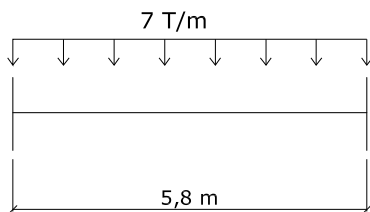
Momento en el extremo del vano:

$$M_f = \frac{q \cdot L^2}{12} = \frac{7 \times 5.8^2}{12} = 19.6 \text{ Tm}$$

Cortante en el extremo del vano:

$$V_f = \frac{q \cdot L}{2} = \frac{7 \times 5.8}{2} = 20.3 \text{ T}$$

Diagrama de solicitaciones



Cargas gravitatorias

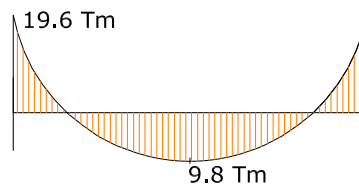


Diagrama de momentos

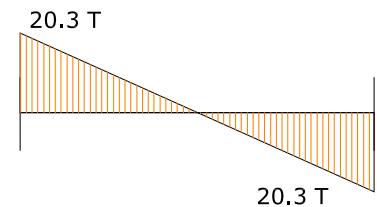
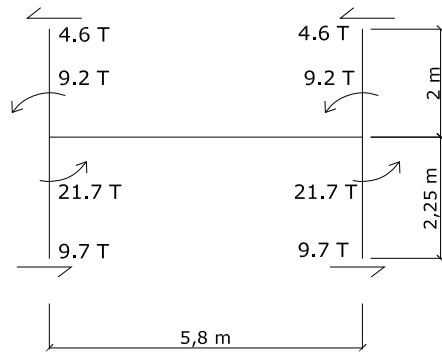


Diagrama de cortantes

Cálculo de las cargas sísmicas sobre la viga P14-P15 de suelo de planta primera:



Cargas gravitatorias

Diagramas de momentos flectores y cortantes provocados por el sismo

Diagrama de momentos flectores y cortantes provocados por el sismo

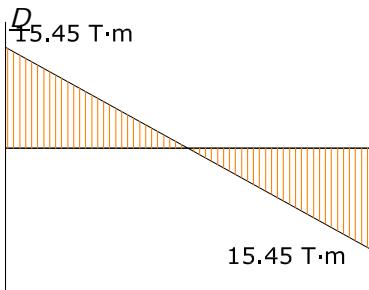


Diagrama de momentos

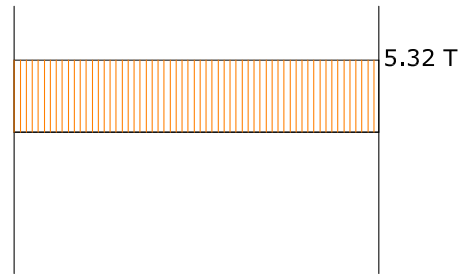


Diagrama de cortantes

$$(1.0) \times HS1 + (0.8) \times HS2 + (1.0) \times HS3$$

Siendo, HS1 = Cargas permanentes
 HS2 = Sobrecargas
 HS3 = Sismo

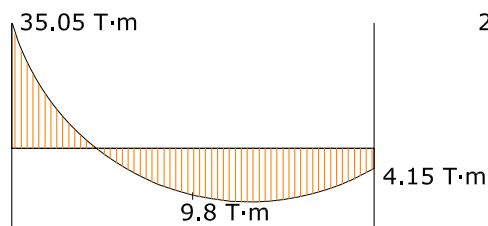


Diagrama de momentos

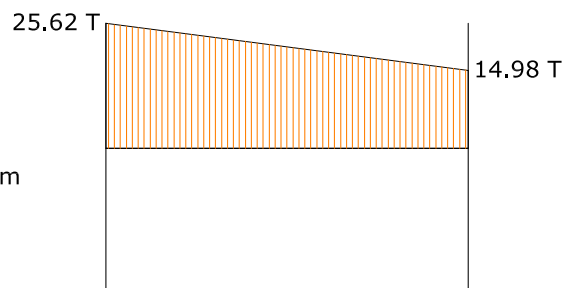


Diagrama de cortantes

4.12.1. Predimensionado de la viga P14-P15 de suelo de planta primera

Se calcula en principio la sección central de la viga, con:

$$M=9.8 \text{ T}\cdot\text{m} \quad M_d=1.6 \times 9.8 = 15.68 \text{ T}\cdot\text{m}$$

Cálculo del momento límite de la sección

Se adoptan los siguientes valores:

$$M_{lim} = 0.32 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2$$

Se supone un hormigón HA 25

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{2500}{1.5} = 1667 \text{ T} / \text{m}^2$$

$$b = 0.40 \text{ m}$$

$$d = 0.42 \text{ m}$$

$$M_{lim} = 0.32 \cdot 1667 \cdot 0.40 \cdot 0.42^2 = 37.64 \text{ T}\cdot\text{m}$$

Puesto que $M_d < M_{lim}$ la sección trabaja con una profundidad del bloque de compresiones menor que y_{lim} y no necesita armadura de compresión.

Se calcula la armadura de tracción mediante el equilibrio de la sección. Para obtener la profundidad "y" del bloque de compresiones se plantea el equilibrio de momentos en la sección:

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow M_d = 0.85 \cdot f_{cd} \cdot b_y \cdot (d - 0.5y)$$

$$y = d \cdot \left| 1 - \sqrt{1 - \frac{M_d}{0.425 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2}} \right|$$

$$y = 0.42 \cdot \left| 1 - \sqrt{1 - \frac{15.68}{0.425 \cdot 1667 \cdot 0.4 \cdot 0.42^2}} \right| = 0.061 \text{ m}$$

Conocida la profundidad del bloque de compresiones, a partir del equilibrio de fuerzas horizontales de la sección se obtendrá la capacidad mecánica de la armadura de tracción U_1 .

$$\sum F_H = 0 \Rightarrow U_1 = 0.85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y$$

$$U_1 = 0.85 \cdot 1667 \cdot 0.40 \cdot 0.061 = 34.57 \text{ T}$$

Considerando

$$f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2 \quad \gamma_s = 1.15$$

Serán necesarios $4\Phi 20$

Comprobación según la norma de las cuantías geométricas de armadura

Cuantía geométrica mínima:

$$\frac{A_s}{A_c} \geq 3.3 \times 10^{-3} \quad A_c = 40 \times 45 = 1800 \text{ cm}^2$$

$$A_s \geq 5.94 \text{ cm}$$

$$4\Phi 20 \Rightarrow A_s = 12.57 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{Cumple}$$

Cuantía mecánica mínima:

$$U_1 \geq 0.04 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h$$

$$U_1 \geq 0.04 \cdot 1667 \cdot 0.4 \cdot 0.45 = 12 \text{ T}$$

$$U_1 \geq 12 \text{ T}$$

$$4\Phi 20 \Rightarrow 43.71 \text{ T} \Rightarrow \text{Cumple}$$

Armadura de compresión: puesto que por cálculo no es necesaria, habrá que colocar la que fije la norma como cuantía mínima:

$$\frac{A_s}{A_c} \geq 1 \times 10^{-3} \quad A_c = 1800 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 1.8 \text{ cm}^2 \Rightarrow 2\Phi 12$$

Cálculo en el extremo del vano, que es la sección con máximo momento flector:

$$M_f = 35.05 \text{ Tm} \quad M_d = 1.6 \cdot 35.05 = 56.08 \text{ Tm}$$

$$M_{lim} = 37.64 \text{ Tm}$$

$$M_d > M_{lim}$$

Para que la sección trabaje en el límite entre el dominio 3 de deformación y el dominio 4 (que es lo más idóneo) la profundidad de la fibra neutra debe ser x_{lim} y la sección habrá que reforzarla con armadura de compresión.

La profundidad del bloque de compresiones, por tanto, será y_{lim} :

$$y_{lim} = 0.5 \cdot d = 0.5 \cdot 0.42 = 0.21 \text{ m}$$

$$y_{lim} = 0.21 \text{ m}$$

$$\sum M_A = 0 \quad M_d = U_2 \cdot (d-d') + 0.85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y_{lim} \cdot (d-0.5y_{lim})$$

$$M_d = U_2 \cdot (d-d') + M_{lim}$$

$$U_2 = \frac{M_d - M_{lim}}{(d-d')} = \frac{56.08 - 37.64}{0.39} = 47.28 \text{ T}$$

Para obtener la armadura de tracción:

$$\sum F_H = 0$$

$$U_1 = U_2 + 0.85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y_{lim}$$

$$U_1 = U_2 + 0.425 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d$$

$$U_1 = 47.28 + (0.425 \cdot 1667 \cdot 0.4 \cdot 0.42) = 166.3 \text{ T}$$

$$U_2 = 47.28 \text{ T} \Rightarrow 5\Phi 20 \text{ Armadura inferior}$$

$$U_1 = 166.3 \text{ T} \Rightarrow 6\Phi 32 \text{ Armadura superior}$$

Puesto que se trata de la misma sección de hormigón que en el caso de la sección central del vano, cumplen perfectamente las cuantías de armadura.

4.12.2. Predimensionado del pilar P14

$$\text{Superficie} = 56.1 \text{ m}^2$$

Cálculo de las cargas verticales: axil máximo

Concargas

$$g = 56.1 \cdot (1+3.5+3.5+1) + 25 \cdot (30.2 \cdot 0.4 \cdot 0.45 + 8.5 \cdot 0.4 \cdot 0.4) = 674.8 \text{ KN}$$

Sobrecargas

$$q = 56.1 \cdot (3+1+1) = 280.5 \text{ KN}$$

Axil ponderado:

$$N_d = (1.0) \cdot \text{Concargas} + (0.8) \cdot \text{Sobrecargas} = 899.2 \text{ KN} = 89.9 \text{ T}$$

Solicitaciones:

$$M_x = 21.7 \text{ T}\cdot\text{m}$$

$$N = 89.9 \text{ T}$$

Al tratarse de un pilar se considera una reducción de la resistencia de cálculo del 90%.

$$f'_{cd} = 0.9 \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0.9 \cdot \frac{2500}{1.5} = 1500 \text{ T/m}^2$$

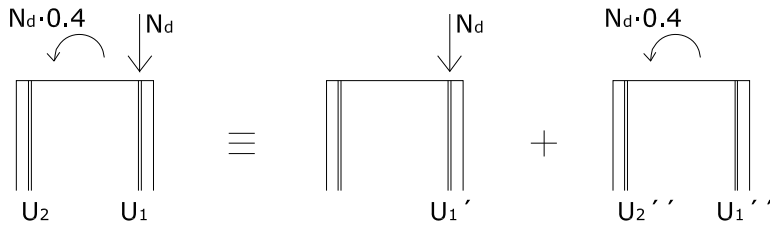
$$M_d = 1.6 \cdot 21.7 = 34.72 \text{ Tm}$$

$$N_d = 1.6 \cdot 89.92 = 143.87 \text{ T}$$

Axil excéntrico:

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{21.7}{89.92} = 0.24\text{m} = 24\text{cm}$$

Puesto que $e_0 > 0.5 h$ el pilar está sometido a una flexión compuesta de gran excentricidad. Por el teorema de Ehlers, todo problema de flexión compuesta se puede reducir a otro de flexión simple tomando el sistema equivalente del axil excéntrico respecto de la armadura de tracción.



$$U_1 = U_1'' - U_1'$$

$$U_2 = U_2''$$

Primer estado

$$\sum F_V = 0 \Rightarrow U_1' = Nd \Rightarrow U_1' = 143.87 \text{ T}$$

Segundo estado

$$M_{lim} = 0.32 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2$$

$$M_{lim} = 0.32 \cdot 1500 \cdot 0.40 \cdot 0.34^2$$

$$M_{lim} = 22.19 \text{ Tm}$$

$M_d > M_{lim}$, por lo que será necesaria armadura de compresión

$$U_2'' = \frac{M_d - M_{lim}}{d - d'} = \frac{34.72 - 22.19}{0.34} = 36.85 \text{ T}$$

$$U_1'' = U_2'' + 0.425 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d$$

$$U_1'' = 36.85 + 0.425 \cdot 1500 \cdot 0.4 \cdot 0.37 = 131.2 \text{ T}$$

$$U_2 = U_2'' = 36.85 \text{ T}$$

$$U_1 = U_1'' - U_1' = 131.2 - 143.87 = -12.67 \text{ T}$$

El número negativo de U_1 significa que no habrá armadura trabajando en tracción sino que se compensará con el axil de compresión del pilar, por lo que habrá que considerar esa armadura negativa como de compresión.

Comprobación de cuantías

Armadura de tracción

$$U_1 \geq 0.04 \cdot f'_{cd} \cdot b \cdot h = 0.04 \cdot 1500 \cdot 0.4 \cdot 0.4 = 9.6 \text{ T}$$

$$U_1 = 157.4 \text{ T} \Rightarrow \text{Cumple}$$

Armadura de compresión

$$U_2 \geq 0.05 \cdot N_d = 0.05 \cdot 143.87 = 7.19 \text{ T}$$

$$U_2 = 36.85 \text{ T}$$

Cuantía geométrica

Armadura total:	4Φ12 =	4.52 cm ²
	4Φ20 =	12.57 cm ²
Total		<u>18.09 cm²</u>

$$\frac{A_s}{A_c} \geq 4 \cdot 10^{-3}$$

$$A_c = 1600 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2 = 6.4 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{Cumple}$$

4.13. Diafragmas horizontales de piso. Cálculo de la zona característica.

En la estructura se ha optado por un forjado reticular por lo que, desde el principio, adoptaré la hipótesis de que los nervios según una dirección aguantan el 70% de la carga, de manera que estamos adoptando un coeficiente de seguridad de 1.4.

El forjado será el P13, P14, P17, P18, según la dirección del eje Y. Se optará por la hipótesis de carga máxima en todos los vanos.

$$\begin{array}{lll} g = 3.5 + 1 = 4.5 \text{ KN/m}^2 & Y_{g,\max} = 1.5 & g = 6.75 \text{ KN/m}^2 \\ q = 3 + 1 = 4 \text{ KN/m}^2 & Y_{q,\max} = 1.6 & q = 6.4 \text{ KN/m}^2 \end{array}$$

Cargas máximas por nervio, considerando el 70% de la carga total.

$$q_n = 0.7 [0.82 \cdot (6.75 + 6.4)] = 7.54 \text{ KN/m}$$

Caso de vano extremo:

$$M_0 = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{7.54 \cdot 9^2}{8} = 76.34 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$M^+ = 0.69 \cdot M_0 = 0.69 \cdot 76.34 = 52.67 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$M^- = 0.69 \cdot M_0 = 0.69 \cdot 76.34 = 52.67 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

Cálculo de nervio:

$$b \times h = 0.12 \times 0.35 \text{ m}$$

$$M_d = 52.67 \text{ KNm} = 5.27 \text{ Tm}$$

$$M_{iim} = 0.32 \cdot 1667 \cdot 0.12 \cdot 0.32 = 20.48 \text{ Tm}$$

$M_d < M_{lim}$ lo que implica que no necesitan armadura de compresión por cálculo.

$$y = d \cdot \left| 1 - \sqrt{1 - \frac{M_d}{0.425 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2}} \right|$$
$$y = 0.32 \cdot \left| 1 - \sqrt{1 - \frac{5.27}{0.425 \cdot 1667 \cdot 0.12 \cdot 0.32^2}} \right| = 0.032 \text{ m}$$

$$U_1 = 0.85 f_{cd} \cdot b \cdot y$$

$$U_1 = 0.85 \cdot 1667 \cdot 0.12 \cdot 0.32 = 5.44 \text{ T} \Rightarrow 1\Phi 16$$

5. MEMORIA DE INSTALACIONES

5.1. Instalación de fontanería: agua fría

5.1.1. Memoria

La instalación de la acometida, que correrá a cargo de la compañía suministradora, en este caso EMASAGRA, se realizará en el exterior del edificio.

El punto de toma se efectuará en la tubería de distribución de la red pública por la calle Pagés, mediante collarín de acometida que irá provista de la correspondiente llave de toma y junto a la mencionada fachada, inmediatamente antes de penetrar en el edificio, se dispondrá la llave de registro que irá alojada en el interior de una arqueta registrable con tapa de fundición dúctil. El ramal de acometida que va desde la llave de toma hasta la llave de registro se hará con tubería flexible de polietileno.

Tras de la entrada de la acometida en el edificio se situará la llave de paso general y a partir de esta, hasta contador general, se montará el tubo de alimentación.

El contador general irá ubicado en el cuarto de control de manera que sea fácilmente accesible por los responsables y esté, a su vez, controlado por la organización interna del edificio. El contador llevará el correspondiente juego de llaves de corte y una válvula antirretorno.

Debido a su escasa altura y a una adecuada presión de la red general, no es necesario disponer grupo elevador de presión.

La tubería utilizada en la totalidad de la instalación interior será de cobre endurecido de pared gruesa (tipo G) y lisa con accesorios, también de cobre soldados por capilaridad, con soldaduras por adición de aleación de plomo y estaño con una adición de plata para conseguir dureza.

Las uniones de la tubería de cobre con otros elementos de la instalación de acero (grifería, llaves de paso a escuadra, sanitarios, etc.), o aluminio (latiguillos de derivación) se hará con manguitos de latón antigalvánicos.

En general y siempre que sea posible la disposición de las tuberías de distribución se realizará por un plano superior a los grifos que deben alimentar, para dificultar el retorno del agua y el recorrido por el exterior de los cuartos húmedos se efectuará por zonas comunes de fácil y libre acceso, en general por falsos techos.

Cuando las tuberías de agua potable coincidan en su trazado con tuberías de agua caliente se separarán una distancia mínima de 5 cm, debiendo quedar siempre la de agua fría por debajo de la de agua caliente. Si la coincidencia es con canalizaciones eléctricas la separación será de 30 cm, situando esta última en la parte superior.

Cuando la tubería atraviesa tabiques o forjados se recibirá con mortero de cal y un manguito pasamuros de fibrocemento con holgura mínima de 10 mm y se rellenará el espacio libre con masilla plástica.

La grifería utilizada será tipo convencional cromada, mezcladores para agua fría y caliente en lavabos con sistema monomando, toma de agua fría para

limpieza. Los grifos mezcladores de agua caliente y fría han de ser de un modelo que no permita el paso del agua caliente hacia el conducto del agua fría y viceversa. Cada cuarto húmedo tendrá una llave de paso que la independice del resto de la instalación en caso de avería.

El diseño de las instalaciones cumple las "Normas Básicas para las Instalaciones Interiores de Suministro de Agua" en las cuales se fijan los componentes de dicha instalación.

5.1.2. Cálculo

Todos los diámetros especificados en estos cálculos son diámetros interiores y vienen dados en milímetros.

- *Caudal instantáneo mínimo:*

Lavabo: 0.1 l/s

Sanitario con depósito: 0.1 l/s

Office: 0.15 l/s

Toma de agua para riego: 0.2 l/s.

Puesto que se trata de una instalación de fontanería con producción de Agua Caliente Sanitaria de forma centralizada, habrá que calcular de manera independiente las instalaciones de agua fría y agua caliente. No obstante, a los efectos de calcular tuberías y accesorios generales del edificio tales como el contador general, el tubo de alimentación, y otros, se considerarán los cuartos húmedos sumando las tomas de agua fría y caliente.

- *Tipos de suministros:*

Cuarto de baño masculino: 7 tomas x 0.1 l/s = 0.7 l/s -> Tipo B

Cuarto de baño femenino: 6 tomas x 0.1 l/s = 0.6 l/s -> Tipo B

Cuarto de baño minusválidos: 3 tomas x 0.1 l/s = 0.3 l/s -> Tipo A

Planta baja: 4 locales de 1 toma cada uno: 4 locales tipo A

- *Diámetro del contador general:*

Teniendo en cuenta que en el edificio existen 6 Locales húmedos tipo A y 4 Locales húmedos tipo B el diámetro del contador general será de 15 mm y el de las llaves de asiento paralelo será de 30 mm.

- *Diámetro del tubo de alimentación:*

Teniendo en cuenta que en el edificio existen 6 Locales húmedos tipo A y 4 Locales húmedos tipo B el diámetro del tubo de alimentación será de 50 mm.

- *Diámetro de la acometida:*

Teniendo en cuenta que en el edificio existen 6 Locales húmedos tipo A y 4 Locales húmedos tipo B el diámetro la acometida será de 30 mm, al igual que sus correspondientes llaves de asiento paralelo.

- *Tipos de suministro:*

Cuarto de baño masculino: 5 tomas x 0.1 l/s = 0.5 l/s -> Tipo A

Cuarto de baño femenino: 4 tomas x 0.1 l/s = 0.4 l/s -> Tipo A

Cuarto de baño minusválidos: 2 tomas x 0.1 l/s = 0.2 l/s -> Tipo A

Planta baja: 4 locales de 1 toma cada uno: 4 locales tipo A

- *Diámetro de las derivaciones de los aparatos:*

Lavabo: 10 mm

Office: 12 mm

Toma de agua riego: 12 mm

- *Diámetro de las derivaciones particulares:*

Local húmedo tipo A: 15 mm

- *Cálculo de la pérdida de carga unitaria (j):*

$$j = [P-(h+S)-Ct]/1.15 \times l, \text{ donde}$$

j = pérdida de carga unitaria

P = presión en la acometida

H = diferencia de altura física entre el aparato a mayor cota y la acometida

S = altura máxima de carga; S lavabo = 2 mca.

Ct= Pérdida de carga del contador general

l = Longitud de canalización base. Se considera que la pérdida de carga en accesorios es equivalente a un 15% de la longitud real de tubería.

$$j = [30-(8+2)-3]/1.15 \times 48 = 0.31 \text{ mca/ml}$$

- *Cálculo del caudal máximo de consumo:*

$$q_m = \sum q_i \times k, \text{ donde}$$

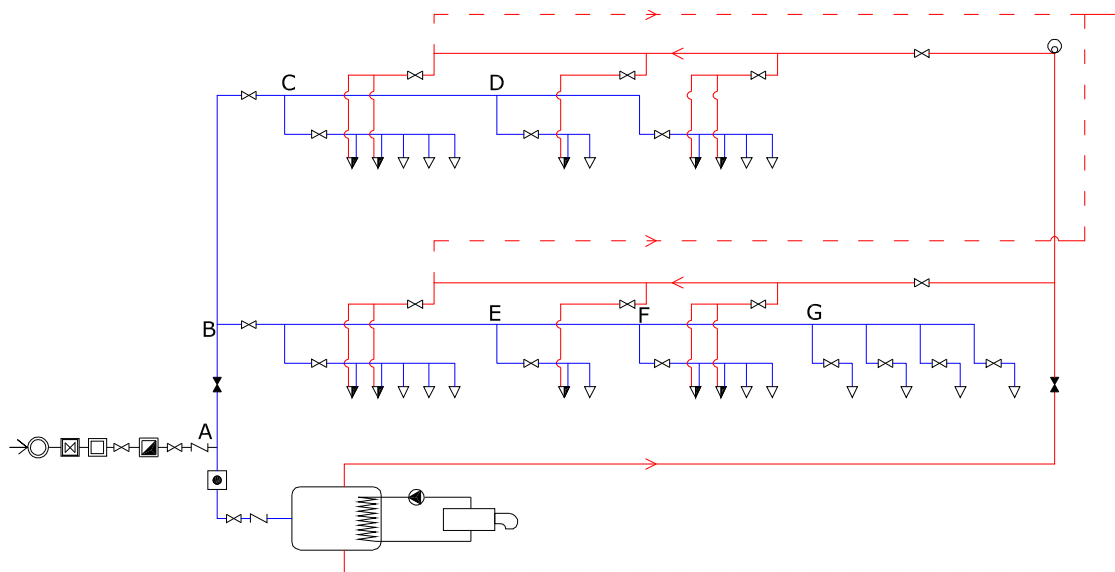
q_m = caudal máximo de consumo

q_i = caudal de cada aparato

k = coeficiente de simultaneidad = $1/\sqrt{(n-1)}$

n = número de aparatos a los que abastece el tramo

Conocidos los valores de q_m y de la pérdida de carga unitaria, entramos en la tabla y obtenemos los diámetros para los diferentes tramos:



Tramo 1 (desde A hasta B):

$$q_m = (22 \times 0.1 + 4 \times 0.2) / \sqrt{25} = 0.6 \rightarrow \Phi 25, v = 1 \text{ m/s } (v_{\max} = 63 \times 2.5 = 1.57 \text{ m/s})$$

Tramo 2 (desde B hasta C):

$$q_m = (11 \times 0.1) / \sqrt{10} = 0.35 \rightarrow \Phi 20, v = 1 \text{ m/s } (v_{\max} = 66 \times 2 = 1.32 \text{ m/s})$$

Tramo 3 (desde C hasta D):

$$q_m = (6 \times 0.1) / \sqrt{5} = 0.26 \rightarrow \Phi 20, v = 0.70 \text{ m/s } (v_{\max} = 66 \times 2 = 1.32 \text{ m/s})$$

Tramo 4 (desde B hasta E):

$$q_m = (4 \times 0.2) / \sqrt{3} = 0.46 \rightarrow \Phi 20, v = 1.20 \text{ m/s } (v_{\max} = 66 \times 2 = 1.32 \text{ m/s})$$

Tramo 5 (desde F hasta G):

$$q_m = (6 \times 0.1 + 4 \times 0.2) / \sqrt{9} = 0.46 \rightarrow \Phi 20, v = 1.20 \text{ m/s } (v_{\max} = 66 \times 2 = 1.32 \text{ m/s})$$

5.2. Instalación de fontanería: agua caliente sanitaria

5.2.1. Memoria

La producción de A.C.S. estará constituida por una caldera de gasóleo y un depósito acumulador vertical de acero con esmaltado de dos capas, con aislamiento de lana mineral y envolvente exterior de chapa de aluminio provisto de intercambiador de calor interno de tubos de acero inoxidable, circuito primario entre generador y acumulador con bomba de circulación colocada en la tubería de ida.

El circuito secundario o de distribución del agua caliente sanitaria partirá del depósito acumulador con doble tubería para ida y retorno, sectorizándose la instalación con llaves de corte al pie de cada columna que permita dividirla por zonas en caso de avería y efectuándose la circulación forzada del agua caliente por medio de bomba aceleradora que se montará en el colector de retorno inmediatamente antes de conectar con el acumulador.

La tubería utilizada será de cobre de las mismas características que en la instalación de agua fría aunque, en este caso, todas ellas irán aisladas con coquilla de espuma elastomérica flexible con acabado de pintura de protección y cubierta de chapa de aluminio en planta sótano.

Se permitirá la libre dilatación de las tuberías respecto a sí mismas mediante codos y dilatadores elásticos, así como en los encuentros con otros elementos constructivos con la previsión de los oportunos pasamuros. Se colocarán dilatadores cada 15m para evitar roturas. También se dispondrán en estos conductos purgadores automáticos en los puntos más altos de la instalación para evacuación del aire que pueda introducirse. Se colocarán en el extremo superior de cada columna de ida y en lugar visible y registrable. Cuando estos se encuentren sobre el falso techo, existirá una trampilla practicable que los hagan accesibles.

5.2.2. Cálculo

Cuarto de baño masculino: 2 tomas x 0.1 l/s = 0.2 l/s -> Tipo A

Cuarto de baño femenino: 2 tomas x 0.1 l/s = 0.2 l/s -> Tipo A

Cuarto de baño minusválidos: 1 toma x 0.1 l/s = 0.1 l/s -> Tipo A

- *Diámetro de las derivaciones de los aparatos:*

Lavabo: 10 mm

- *Diámetro de las derivaciones particulares:*

Local húmedo tipo A: 15 mm

Tramo 1 (desde A hasta B):

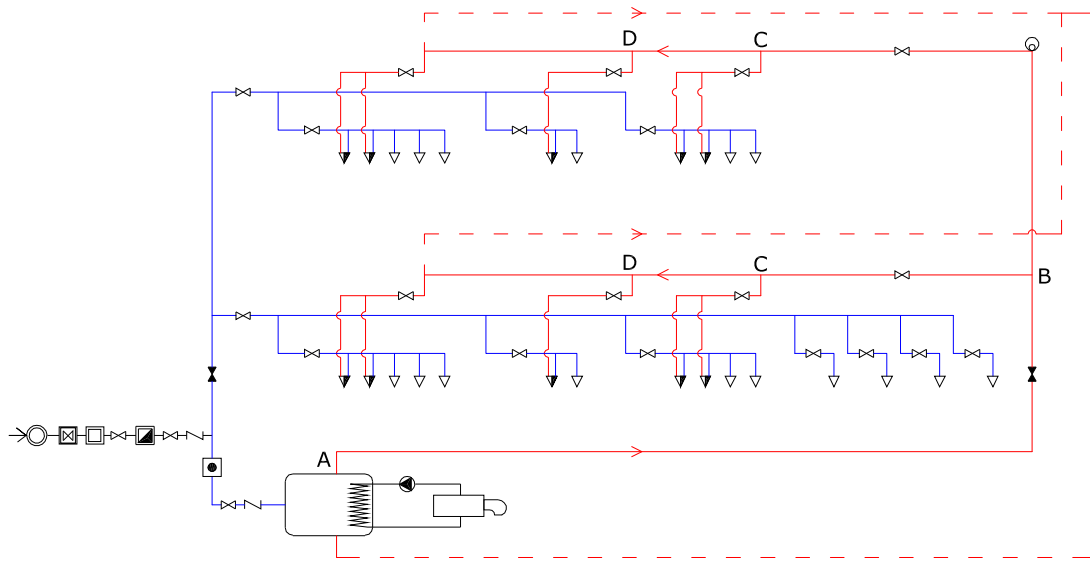
$$q_m = (10 \times 0.1) / \sqrt{9} = 0.33 \rightarrow \Phi 20, v = 0.90 \text{ m/s } (v_{\max} = 66 \times 2 = 1.32 \text{ m/s})$$

Tramo 2 (desde B hasta C):

$$q_m = (5 \times 0.1) / \sqrt{4} = 0.25 \rightarrow \Phi 20, v = 0.70 \text{ m/s } (v_{\max} = 66 \times 2 = 1.32 \text{ m/s})$$

Tramo 3 (desde C hasta D):

$$q_m = (3 \times 0.1) / \sqrt{2} = 0.21 \rightarrow \Phi 15, v = 1 \text{ m/s } (v_{\max} = 70 \times 1.5 = 1.05 \text{ m/s})$$



- Cálculo del depósito intercambiador acumulador "boiler":

$$V = C \times (t_u - t_f) / t_a - t_f, \text{ donde}$$

C = Volumen en litros del agua gastada en los sanitarios ($t = 40^\circ$)

t_u = Temperatura de utilización en los sanitarios (40°C)

t_f = Temperatura del agua fría (10°C)

t_a = Temperatura de preparación en el boiler (60°C)

$$C = 10 \text{ lavabos} \times 12 \text{ litros / uso lavabo} = 120 \text{ litros}$$

$$V = 120 \times 30 / 50 = 72 \text{ litros.}$$

- Cálculo de la caldera:

$$\text{Pot} = V \times (t_a - t_f) / (R \times t), \text{ donde}$$

Pot = potencia de la caldera, en kcal/h

R = rendimiento de caldera e intercambiador de calor

t = tiempo necesario para calentar el agua, en horas

$$\text{Pot} = 72 \times 50 / (0.85 \times 2) = 2117.6 \text{ kcal/h} = 2462.6 \text{ W}$$

$$\text{Caudal} = \text{Pot (kcal/h)} / \Delta T, \text{ donde}$$

ΔT = diferencia de temperatura entre ida y retorno de la caldera al boiler.

$$\text{Caudal} = 2117.6 / 20 = 105.9 \text{ litros/hora}$$

La caldera a instalar será del modelo Vitola 111, con interacumulador incorporado. Tiene una potencia de hasta 27KW y una capacidad de almacenamiento de agua caliente de 160 litros.

Dado que la potencia de la caldera es inferior a 50 KW, el espacio en el que se aloja no se considera sala de calderas.

La evacuación de humos estará perfectamente adaptada a la caldera. Se alizará mediante chimenea que va incorporada a la caldera de sección 20 cm², que sale por la cubierta, aprovechando hueco de salida de columnas de saneamiento. La pieza de conexión desde la caldera a la chimenea se ejecutará con el diámetro de la

toma de salida de humos y se colocará por la vía más corta a la chimenea. En la pieza de conexión habrá como máximo dos codos que no estorben al flujo y deberá hermetizarse en los puntos de unión y en el registro de limpieza.

5.3. Instalación de saneamiento

La red de saneamiento tiene dos misiones fundamentales:

- Alejar rápidamente las aguas pluviales y residuales hasta la red de alcantarillado urbana.
- Ser impermeable a malos olores.

Para ello, se organiza en columnas que discurren generalmente entre las dos hojas de diversos muros del edificio, ya sean en fachada, ya sean en el núcleo servidor. Dichas columnas recogen las aguas pluviales de cubierta, y patios, así como las aguas residuales procedentes de los locales húmedos y las llevan hasta una red de colectores situada bajo el forjado de suelo de planta baja.

El vertido de la red de evacuación de aguas residuales y pluviales del conjunto de la edificación se hará, tras pasar por un pozo de registro, en la red de saneamiento exterior situada en la calle Pagés.

Puesto que el sótano del edificio ocupa sólo la parte central del mismo, una parte de los colectores estarán suspendidos del forjado de suelo de planta baja, mientras que el resto de colectores discurrirán enterrados.

Las cubiertas serán de grava rodada. La recogida y evacuación de aguas se consigue mediante pendientes superiores al 1% formado gracias a una capa de hormigón celular. Las aguas se recogen en unas canales horizontales con pendientes iguales o superiores al 1.5%, dispuestas en las partes más bajas de los faldones, que las conducen a columnas verticales. La recogida en la parte baja del edificio se realiza con los mencionados colectores, cuya pendiente es igual o superior al 1.5%.

Se ha optado por un sistema unitario con redes en las que se recogen los vertidos de aguas pluviales y fecales indistintamente, en consonancia con el carácter de red unitaria que posee el saneamiento granadino.

Para el cálculo de secciones se han seguido las recomendaciones de la NTE-ISS. El proyecto está emplazado en Granada, correspondiéndole la zona pluviométrica Y. El diámetro preciso en cada tramo de las derivaciones, bajantes y colectores de la red, se determina en la Tabla 1 de la NTE-ISS a partir de:

- La superficie de la cubierta que se evacua por el tramo en estudio y la zona pluviométrica del proyecto.
- El número de aparatos evacuados por el tramo, diferenciando entre el número de aparatos instalados excepto inodoros, vertederos y placas turcas y el número de inodoros vertederos y placas turcas.
- La pendiente de la tubería.

El desagüe de los aparatos sanitarios será de PVC, siendo sus diámetros los siguientes:

Desagüe de lavabo: 30mm
Desagüe de bote sifónico: 50mm

Desagüe urinario: 30mm

Los aparatos sanitarios instalados en los locales húmedos, exceptuando los inodoros que evacuarán directamente a la red horizontal dado que llevan sifón incorporado, desaguarán a través de un bote sifónico para prevenir el paso de malos olores.

Para el cálculo de las bajantes, canales de cubierta, colectores y derivaciones, tendremos en cuenta los metros cuadrados de superficie de cubierta que le corresponde para la recogida de aguas pluviales y el número de aparatos e inodoros que evacuan por cada bajante siguiendo la Tabla 1 de la NTE-ISS. Los diámetros calculados se muestran en el plano de saneamiento.

El paso de las bajantes a través del forjado se realizara con contratubos de PVC con holgura de 10 mm y se rellenarán con masilla asfáltica.

Todas las bajantes que recojan más de una derivación, dispondrán de ventilación por su extremo superior, abierto a cubierta técnica, para así evitar succiones.

La tapa de las arquetas será hermética con junta de goma para evitar el paso de olores y gases. Dentro de las arquetas distinguiremos los siguientes tipos:

- De paso: se sitúan en los tramos rectos de los colectores cada 20 m como máximo, así como en los cambios de pendientes o dirección y puntos de encuentro de varias bajantes.
- A pie de bajante: se disponen al pie de las bajantes cuando los colectores discurren enterrados.

Los materiales empleados para el saneamiento de la red serán el PVC para las derivaciones de aparatos, bajantes y colectores suspendidos, las uniones se sellaran con anillo de caucho y masilla asfáltica, dejando holgura en el interior de la copa de 5 mm. Para las conducciones enterradas se utilizaran conductos de hormigón centrifugado.

5.4. Instalación de climatización

5.4.1. Justificación del cumplimiento de la nbe ct 79

Datos generales

Situación: Granada

Zona climática: Y, C

Temperatura exterior para cálculo de condensaciones: 0°C

Grados día: de 801 a 1300 grados/día anuales

Temperatura del terreno: 6°C

No se darán en los cerramientos exteriores diferencias de temperatura entre superficie y aire interior mayores de 4°C, para evitar condensaciones CT-10°. Por lo cual se ha diseñado un cerramiento exterior con cámara de aire que permita una reducción de las pérdidas de carga y condensaciones. Por este motivo el vidrio exterior tendrá una cámara de aire intermedia.

Cálculo de los coeficientes de transmisión de calor K de los cerramientos

Cerramiento 1: fachada

- 15 cm ladrillo perforado: $R = 0.33 \text{ h}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Kcal}$
- 1.5 cm mortero yeso: $\lambda=0.26 \text{ Kcal}/ \text{h}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$
- 6 cm poliuretano proyectado $\lambda=0.02 \text{ Kcal}/ \text{h}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$
- 10 cm cámara de aire débilmente ventilada: $R_c= 0.2 \text{ h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Kcal}$
- 3 cm Aplacado de piedra: $\lambda=2 \text{ Kcal}/ \text{h}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$

$$1/K = (1/h_e + 1/h_i) + R_i + R_c + R_e$$
$$1/K = 0.20 + (0.015/0.26 + 0.06/0.02 + 0.03/2) + 0.33 + 0.2$$
$$1/K=3.8 \text{ h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}/ \text{Kcal}$$
$$K_1= 0.26 \text{ Kcal}/ \text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$$

Cerramiento 2: ventana

Vidrio doble con cámara de aire de 6 mm, carpintería metálica

$$K_2= 3.4 \text{ Kcal}/ \text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$$

Cerramiento 3: cubierta

- 30 cm forjado hormigón armado: $R_F= 0.40 \text{ Kcal}/ \text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$
- 5 cm poliestireno extruido: $\lambda=0.028 \text{ Kcal}/ \text{h}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$
- 5 cm hormigón celular para formación de pendiente: $\lambda=0.15 \text{ Kcal}/ \text{h}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$
- 6 cm gravas rodadas: $\lambda=0.70 \text{ Kcal}/ \text{h}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$
- 2 cm mortero de cemento: $\lambda=1.20 \text{ Kcal}/ \text{h}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$

$$1/K= 0.17 + 0.40 + 0.05/0.028 + 0.05/0.15 + 0.06/0.7 + 0.02/1.2$$
$$1/K= 2.79 \text{ h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}/ \text{Kcal}$$

$$K_3= 0.35 \text{ Kcal}/ \text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$$

Cerramiento 4: suelo planta baja, cámara de aire

- 30 cm forjado hormigón armado: $R_F= 0.40 \text{ Kcal}/ \text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$
- 2 cm arena: $\lambda=0.50 \text{ Kcal}/ \text{h}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$

$$1/ K_F = 0.26 + 0.40 + 0.02/0.5 = 0.7 \text{ h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}/ \text{Kcal}$$

$$K_F= 1.428 \text{ Kcal}/ \text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$$

$$1/K = 1/K_F + 1/[\Delta+3(I_{ex}/A)]$$
$$1/K = 1/1.428 + 1/[3 \times 0.23]$$
$$1/K = 2.15 \text{ h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}/ \text{Kcal}$$

$$K_4 = 0.46 \text{ Kcal}/ \text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$$

Cerramiento 5: suelo planta baja, sótano

- 30 cm forjado hormigón armado: $R_F= 0.40 \text{ Kcal}/ \text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$
- 2 cm arena: $\lambda=0.50 \text{ Kcal}/ \text{h}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$
- sótano: $R_c= 0.24 \text{ h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Kcal}$

$$1/ K = 0.4 + 0.4 + 0.02/0.5 + 0.24 = 1.08 \text{ h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}/ \text{Kcal}$$

$$K_5= 0.92 \text{ Kcal}/ \text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$$

Cuadro resumen de cerramientos y cumplimiento

$$K_1 = 0.26 \text{ Kcal/ h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{°C} < 1.20 \text{ Kcal/ h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{°C}$$

$$K_2 = 3.4 \text{ Kcal/ h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{°C}$$

$$K_3 = 0.35 \text{ Kcal/ h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{°C} < 0.77 \text{ Kcal/ h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{°C}$$

$$K_4 = 0.46 \text{ Kcal/ h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{°C} < 1.03 \text{ Kcal/ h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{°C}$$

$$K_5 = 0.92 \text{ Kcal/ h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{°C} < 1.03 \text{ Kcal/ h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{°C}$$

A continuación se muestra la ficha justificativa del cálculo y cumplimiento del Kg del edificio.

Elemento constructivo			Superficie S m ²	Coficiente K Kcal/h·m ² ·°C (W/m ² ·°C)	S·K Kcal/h·°C (W/°C)	Coficiente corrector N	n·ΣS·K kcal/h·°C (W/°C)
Apartado E			S_E	K_E	S_EK_E	1	ΣS_EK_E
Cerramientos en contacto con el ambiente exterior	Huecos exteriores verticales, puertas, ventanas	climalit	383	3.4	1302	1	1302
	Cerramientos verticales o inclinados más de 60° con la horizontal	fachada	803.25	0.26	208.85		
	Forjados sobre espacios exteriores						
Apartado N			S_E	K_E	S_EK_E	0,5	0,5·ΣS_EK_E
Cerramientos de separación con otros edificios o con locales no calefactados	Cerramientos verticales de separación con locales no calefactados o medianerías					0,5	245.41
	Forjados sobre espacios cerrados no calefactados de altura > 1 m	Suelo	533.5	0.92	490.82		
	Huecos, puertas, ventanas						
Apartado Q			S_E	K_E	S_EK_E	0,8	0,8·ΣS_EK_E
Cerramientos de techo o cubierta	Huecos, lucernarios, claraboyas					0,8	210
	Azoteas	cubierta	750	0.35	262.5		
	Cubiertas inclinadas menos de 60° con la horizontal						
Apartado S			S_E	K_E	S_EK_E	0,5	0,5·ΣS_EK_E
Cerramientos de separación con el terreno	Soleras					0,5	40.82
	Forjados sobre cámara de aire de altura ≤ 1 m	suelo	177.5	0.46	81.65		
	Muros enterrados o semienterrados						
Σ Total						Σ Total	2007.1 (4)

$$\text{Factor de forma } f \text{ en } m^{-1} = \frac{\text{Superficie total } S}{\text{Volumen total } V} = \frac{2647.25}{4320.5} = 0.61 \quad (3)$$

Exigencia de la Norma (Art. 4º)

Tipo de energía I → Factor de forma 0.61 (3) → Zona climática KG ≤ C 0.92 (5)

Cumplimiento de la exigencia de la Norma KG del edificio

$$= \frac{2007.1}{2647.25} = 0.75 \leq 0.92 \quad (5)$$

5.4.2. Justificación del cumplimiento del RITE 98

Exigencias ambientales y de confortabilidad

En el epígrafe 5.4.3.1 se detallan las condiciones de proyecto en cuanto a temperatura, humedad, grados día, etc que contribuyen al confort, adaptándose al RITE. Dichos valores se cumplirán en las zonas ocupadas.

Para la ventilación se han tenido en cuenta los caudales fijados por la norma UNE 100 011 en función del tipo de local y de la contaminación del ambiente. Se realiza ventilación mecánica por impulsión en los locales. De esta manera, los aseos se mantienen en sobrepresión con lo que los olores no se difunden por el edificio. El aire introducido desde el exterior es filtrado y tratado térmicamente en las Unidades de Tratamiento de Aire(UTA) antes de la impulsión.

La velocidad del aire no superará los 0.25 m/s a una altura de 2 m respecto al suelo.

Ruidos y vibraciones.

Se tomarán las medidas adecuadas para que no se produzcan niveles de presión sonora superiores a los que a continuación se indican en zonas de normal ocupación de locales habitables, como consecuencia del funcionamiento de la instalación.

Los valores máximos admisibles de niveles sonoros para el ambiente interior del edificio serán:

- Oficinas: 45 dBA
- Aulas: 45 dBA
- Salas usos múltiples: 40 dBA
- Vestíbulo y pasillos: 50 dBA
- Aseos: 55dBA

Para evitar las molestas vibraciones deberán ir aisladas las conducciones y los equipos de los elementos estructurales del edificio. Para ello, los equipos situados en cubierta se instalarán sobre bancada aislada de la estructura del edificio mediante amortiguadores. La conexión de los equipos con las canalizaciones se realizará mediante dispositivos antivibratorios.

Se ha evitado climatizar zonas de paso y espacios que no están normalmente habitados, para reducir el consumo energético.

Puesto que las máquinas van alojadas en cubierta, no existe en el edificio una sala de máquinas.

5.4.3. Cálculo de la instalación de climatización

5.4.3.1. Condiciones de proyecto

- *Condiciones exteriores de proyecto*

Localidad: Granada, 37°11' latitud norte.

Condiciones de verano:

Temperatura seca: 36° C
Humedad relativa: 49%
Temperatura seca máxima: 40° C
Variación diaria: 18° C

Condiciones de invierno:

Temperatura seca: -2° C
Grados día (base 15): 1042

- *Condiciones interiores de proyecto*

Temperatura interior en verano: 26° C
Temperatura interior en invierno: 20° C
Humedad relativa: 45-50%
Velocidad del aire: 0.25 m/s

Los caudales de ventilación que se utilizarán en los diferentes locales vienen determinados por el RITE 98 (UNE 100 011 91)

Archivos:	0.25 l/s·m ²	= 0.9 m ³ /h· m ²
Aulas:	8 l/s·persona	= 28.8 m ³ /h·persona
Talleres:	3 l/s·m ²	= 10.6 m ³ /h· m ²
Oficinas:	1 l/s·m ²	= 3.6 m ³ /h· m ²
Vestíbulos:	15 l/s·m ²	= 54 m ³ /h· m ²
Auditorios:	8 l/s·persona	= 28.8 m ³ /h· m ²

5.4.3.2.- Cálculo de las cargas térmicas

Composición de la carga térmica

La carga térmica está formada por las aportaciones de calor sensible y de calor latente del local a acondicionar. Las diferentes partidas que componen cada uno de estos conceptos, se expresan a continuación:

Calor sensible:

- 1.- Calor de radiación solar a través de vidrios, ventanas, claraboyas...
- 2.- Calor de radiación y transmisión a través de paredes y techos exteriores.
- 3.- Calor de radiación y transmisión a través de paredes y techos interiores.
- 4.- Calor sensible producido por las personas que ocupan el local
- 5.- Calor sensible debido a la iluminación del local.
- 6.- Calor sensible del aire exterior de ventilación

Calor latente:

- 7.- Calor latente por el vapor emitido por las personas que ocupan el local.
- 8.- Calor latente del aire exterior de ventilación.

Otra partida de calor que se podría tener en cuenta es el calor, tanto sensible como latente, debido al aire de infiltraciones, pero, puesto que la climatización de los locales se va a calcular en sobrepresión, se considera nulo este factor.

A continuación se explica la forma de obtener cada una de las partidas anteriores:

1.- Calor de radiación solar a través de vidrios, ventanas, claraboyas...

Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$Q_{SR} = S \cdot R \cdot f, \text{ (Kcal/hora)}$$

, donde, S = Superficie (m²) de ventanas, incluyendo marcos
f = Producto de los factores de corrección a que hubiera lugar, tales como la consideración del doble vidrio, protección solar, etc.
R = Radiación solar a través de vidrios, que depende de posición geográfica (latitud), hora del día, día del año, orientación del vidrio. Estos valores se encuentran tabulados.

2.- Calor de radiación y transmisión a través de paredes y techos exteriores

Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$Q_{STR} = K \cdot S \cdot DTE, \text{ (Kcal/hora)}$$

, donde, S = Superficie (m²) de pared o forjado
K = Coeficiente de transmisión térmica (Kcal/h·m²·°C).
DTE = Diferencia de temperaturas equivalentes, que depende del tipo de construcción, de la posición geográfica del edificio, de la hora del día y de la orientación del muro o grado de exposición de la cubierta. Estos valores se encuentran tabulados. (°C)

Es este apartado también se incluye la transmisión por vidrios, ya que en el punto 1 sólo se había obtenido el valor debido a radiación.

3.- Calor de radiación y transmisión a través de paredes y techos interiores

Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$Q_{ST} = K \cdot S \cdot \Delta T, \text{ (Kcal/hora)}$$

, donde, S = Superficie (m²) de pared o forjado
K = Coeficiente de transmisión térmica (Kcal/h·m²·°C).
 ΔT = Salto térmico (°C), teniendo que cuenta que se para locales no climatizados se considera una diferencia de temperatura de 3°C.

4.- Calor sensible producido por las personas que ocupan el local

Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$Q_{SP} = q_{SP} \cdot n \text{ (Kcal/hora)}$$

, donde, q_{SP} = Calor sensible por persona (Kcal/hora). Estos valores vienen tabulados en función del sexo de la persona, de su actividad, etc.
n = Número de personas del local (valor medio)

5.- Calor sensible debido a la iluminación del local.

Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

Lámpara incandescente: $Q_{SI} = Watt \cdot 0.86$, (Kcal/hora)
Lámpara fluorescente: $Q_{SI} = Watt \cdot 1.25 \cdot 0.86$, (Kcal/hora)

6.- Calor sensible del aire exterior de ventilación

Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$Q_{SV} = 0.29 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta t, \text{ (Kcal/hora)}$$

, donde, f = Coeficiente de by pass
 V_v = Caudal volumétrico de ventilación (m³/h)
 Δt = Salto térmico (°C)

7.- Calor latente por el vapor emitido por las personas que ocupan el local

Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$Q_{LP} = q_{LP} \cdot n \text{ (Kcal/hora)}$$

, donde, q_{LP} = Calor latente por persona (Kcal/hora). Estos valores vienen tabulados en función del sexo de la persona, de su actividad, etc.
 n = Número de personas del local (valor medio)

8.- Calor latente del aire exterior de ventilación

Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$Q_{SV} = 0.72 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta w, \text{ (Kcal/hora)}$$

, donde, f = Coeficiente de by pass
 V_v = Caudal volumétrico de ventilación (m³/h)
 Δw = Diferencia de humedades absolutas (g/kg)

A continuación se estudian independientemente las cargas en cada uno de los locales a climatizar. Se tendrá en cuenta que según ITE 02.2.1 (RITE 98) no se consideran zonas ocupadas los lugares en que puedan darse importantes variaciones de temperatura con respecto a la media y pueda haber presencia de corrientes de aire, como por ejemplo en zonas de tránsito, zonas próximas a puertas de uso frecuente, etc. En vista de ello, no se climatizarán los pasillos de circulación.

Por otro lado, y a los efectos de evitar la propagación de malos olores por el edificio, los cuartos de baño se mantendrán en depresión con respecto al resto del edificio.

Local 1: Taller T1

Carga sensible

Radiación solar $Q_{SR} = S \cdot R \cdot f$	Elemento	S (m²)	R	Factores	Kcal/h
	Ventana	51	35	0.90	1606.5
Radiación, transmisión cerramientos $Q_{STR} = K \cdot S \cdot DTE$	Elemento	S (m²)	K	DTE	Kcal/h
	Cerramiento	21	0.26	4.2	22.9
	Ventana	51	3.4	4.2	728.3
Transmisión cerram. int. $Q_{ST} = K \cdot S \cdot \Delta T$	Elemento	S (m²)	K	ΔT	Kcal/h
Personas $Q_{SP} = q_{SP} \cdot n$	Elemento	q_{SP}	n	Kcal/h	
	Personas	50	35	1750	
Iluminación $Q_{SI} = Watt \cdot 1.25 \cdot 0.86$ $Q_{SI} = Watt \cdot 0.86$	Elemento	Watt	Factor	Kcal/h	
	Fluorescente	1512	1.25 · 0.86	1625.4	
	Incandescente		0.86		
Ventilación $Q_{SV} = 0.29 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta t$	Elemento	V_v	Δt	Kcal/h	
	Aire	1261	10	2924.8	
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL					8657.9

Carga latente

Personas $Q_{LP} = q_{LP} \cdot n$	Elemento	q_{LP}	n	Kcal/h
	Personas	55	35	1925
Ventilación $Q_{SV} = 0.72 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta w$	Elemento	V_v	Δw	Kcal/h
	Aire	1261	4	2905.4
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL				4830.4

CARGA EFECTIVA TOTAL (Kcal/hora)	13488.3
---	----------------

Local 2: Sala usos múltiples

Carga sensible

Radiación solar $Q_{SR} = S \cdot R \cdot f$	Elemento	S (m²)	R	Factores	Kcal/h
	Ventana	19.2	35	0.90	604.8
Radiación, transmisión cerramientos $Q_{STR} = K \cdot S \cdot DTE$	Elemento	S (m²)	K	DTE	Kcal/h
	Cerramiento	112	0.26	5.3	154.3
	Cerramiento	80	0.26	10.2	212.2
	Cerramiento	44.8	0.26	11.3	131.6
	Ventana	19.2	3.4	11.3	737.7
	Cubierta	141.4	0.35	19.2	950.2
Transmisión cerram. int. $Q_{ST} = K \cdot S \cdot \Delta T$	Elemento	S (m²)	K	ΔT	Kcal/h
Personas $Q_{SP} = q_{SP} \cdot n$	Elemento	q_{SP}	n	Kcal/h	
	Personas	45	100	4500	
Iluminación $Q_{SI} = Watt \cdot 1.25 \cdot 0.86$ $Q_{SI} = Watt \cdot 0.86$	Elemento	Watt	Factor	Kcal/h	
	Fluorescente		1.25 · 0.86		
	Incandescente	3900	0.86	3354	
Ventilación $Q_{SV} = 0.29 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta t$	Elemento	V_v	Δt	Kcal/h	
	Aire	2880	10	5345.3	
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL					15990.1

Carga latente

Personas $Q_{LP} = q_{LP} \cdot n$	Elemento	q_{LP}	n	Kcal/h
	Personas	45	100	4500
Ventilación $Q_{SV} = 0.72 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta w$	Elemento	V_v	Δw	Kcal/h
	Aire	2880	4	5308.4
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL				9808.4

CARGA EFECTIVA TOTAL (Kcal/hora)

25798.5

Local 3: Aula A1 (planta baja)

Carga sensible

Radiación solar $Q_{SR} = S \cdot R \cdot f$	Elemento	S (m²)	R	Factores	Kcal/h
	Ventana	12	35	0.90	378
Radiación, transmisión cerramientos $Q_{STR} = K \cdot S \cdot DTE$	Elemento	S (m²)	K	DTE	Kcal/h
	Ventana	12	3.4	10	408
Transmisión cerram. int. $Q_{ST} = K \cdot S \cdot \Delta T$	Elemento	S (m²)	K	ΔT	Kcal/h
Personas $Q_{SP} = q_{SP} \cdot n$	Elemento	q_{SP}	n	Kcal/h	
	Personas	45	15	675	
Iluminación $Q_{SI} = Watt \cdot 1.25 \cdot 0.86$ $Q_{SI} = Watt \cdot 0.86$	Elemento	Watt	Factor	Kcal/h	
	Fluorescente	432	1.25 · 0.86	464.4	
	Incandescente		0.86		
Ventilación $Q_{SV} = 0.29 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta t$	Elemento	V_v	Δt	Kcal/h	
	Aire	432	10	501.12	
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL					2426.5

Carga latente

Personas $Q_{LP} = q_{LP} \cdot n$	Elemento	q_{LP}	n	Kcal/h
	Personas	45	15	675
Ventilación $Q_{SV} = 0.72 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta w$	Elemento	V_v	Δw	Kcal/h
	Aire	432	4	497.6
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL				1172.6

CARGA EFECTIVA TOTAL (Kcal/hora)	3599.1
---	---------------

Local 4: Aula A2 (planta baja)

Carga sensible

Radiación solar $Q_{SR} = S \cdot R \cdot f$	Elemento	S (m²)	R	Factores	Kcal/h
	Ventana	12	35	0.90	378
Radiación, transmisión cerramientos $Q_{STR} = K \cdot S \cdot DTE$	Elemento	S (m²)	K	DTE	Kcal/h
	Ventana	12	3.4	10	408
Transmisión cerram. int. $Q_{ST} = K \cdot S \cdot \Delta T$	Elemento	S (m²)	K	ΔT	Kcal/h
Personas $Q_{SP} = q_{SP} \cdot n$	Elemento	q_{SP}	n	Kcal/h	
	Personas	45	15	675	
Iluminación $Q_{SI} = Watt \cdot 1.25 \cdot 0.86$ $Q_{SI} = Watt \cdot 0.86$	Elemento	Watt	Factor	Kcal/h	
	Fluorescente	432	1.25 · 0.86	464.4	
	Incandescente		0.86		
Ventilación $Q_{SV} = 0.29 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta t$	Elemento	V_v	Δt	Kcal/h	
	Aire	432	10	501.12	
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL					2426.5

Carga latente

Personas $Q_{LP} = q_{LP} \cdot n$	Elemento	q_{LP}	n	Kcal/h
	Personas	45	15	675
Ventilación $Q_{SV} = 0.72 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta w$	Elemento	V_v	Δw	Kcal/h
	Aire	432	4	497.6
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL				1172.6

CARGA EFECTIVA TOTAL (Kcal/hora)	3599.1
---	---------------

Local 5: Oficinas (planta baja)

Carga sensible

Radiación solar $Q_{SR} = S \cdot R \cdot f$	Elemento	S (m²)	R	Factores	Kcal/h
	Ventana	7.4	35	0.90	233.1
	Ventana	6	35	0.9	189
Radiación, transmisión cerramientos $Q_{STR} = K \cdot S \cdot DTE$	Elemento	S (m²)	K	DTE	Kcal/h
	Cerramiento	63	0.18	10.2	115.7
	Cerramiento	30	0.26	4.2	32.7
	Ventana	7.4	3.4	10	251.6
	Ventana	6	3.4	10	204
Transmisión cerram. int. $Q_{ST} = K \cdot S \cdot \Delta T$	Elemento	S (m²)	K	ΔT	Kcal/h
Personas $Q_{SP} = q_{SP} \cdot n$	Elemento	q_{SP}	n	Kcal/h	
	Personas	45	6	270	
Iluminación $Q_{SI} = Watt \cdot 1.25 \cdot 0.86$ $Q_{SI} = Watt \cdot 0.86$	Elemento	Watt	Factor	Kcal/h	
	Fluorescente		1.25 · 0.86		
	Incandescente	820	0.86	705.2	
Ventilación $Q_{SV} = 0.29 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta t$	Elemento	V_v	Δt	Kcal/h	
	Aire	246	10	285.4	
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL					2286.6

Carga latente

Personas $Q_{LP} = q_{LP} \cdot n$	Elemento	q_{LP}	n	Kcal/h
	Personas	55	6	330
Ventilación $Q_{SV} = 0.72 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta w$	Elemento	V_v	Δw	Kcal/h
	Aire	246	4	283.4
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL				613.4

CARGA EFECTIVA TOTAL (Kcal/hora)	2899.9
---	---------------

Local 6: Control (planta baja)

Carga sensible

Radiación solar $Q_{SR} = S \cdot R \cdot f$	Elemento	S (m²)	R	Factores	Kcal/h
	Ventana	5	35	0.90	157.5
Radiación, transmisión cerramientos $Q_{STR} = K \cdot S \cdot DTE$	Elemento	S (m²)	K	DTE	Kcal/h
	Cerramiento	6.6	0.26	4.2	4.9
	Ventana	5	3.4	10	170
Transmisión cerram. int. $Q_{ST} = K \cdot S \cdot \Delta T$	Elemento	S (m²)	K	ΔT	Kcal/h
Personas $Q_{SP} = q_{SP} \cdot n$	Elemento	q_{SP}	n	Kcal/h	
	Personas	45	3	135	
Iluminación $Q_{SI} = Watt \cdot 1.25 \cdot 0.86$ $Q_{SI} = Watt \cdot 0.86$	Elemento	Watt	Factor	Kcal/h	
	Fluorescente		1.25 · 0.86		
	Incandescente	305	0.86	262.3	
Ventilación $Q_{SV} = 0.29 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta t$	Elemento	V_v	Δt	Kcal/h	
	Aire	46.8	10	40.7	
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL					770.4

Carga latente

Personas $Q_{LP} = q_{LP} \cdot n$	Elemento	q_{LP}	n	Kcal/h
	Personas	55	3	165
Ventilación $Q_{SV} = 0.72 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta w$	Elemento	V_v	Δw	Kcal/h
	Aire	46.8	4	40.4
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL				205.4

CARGA EFECTIVA TOTAL (Kcal/hora)	975.8
---	--------------

Local 7: Aula A3 (planta primera)

Carga sensible

Radiación solar $Q_{SR} = S \cdot R \cdot f$	Elemento	S (m²)	R	Factores	Kcal/h
	Ventana	21	35	0.90	661.5
Radiación, transmisión cerramientos $Q_{STR} = K \cdot S \cdot DTE$	Elemento	S (m²)	K	DTE	Kcal/h
	Cerramiento	22.5	0.24	13.1	70.7
	Cerramiento	20.4	0.18	11.3	41.5
	Ventana	22.5	3.4	10	765
Transmisión cerram. int. $Q_{ST} = K \cdot S \cdot \Delta T$	Elemento	S (m²)	K	ΔT	Kcal/h
Personas $Q_{SP} = q_{SP} \cdot n$	Elemento	q_{SP}	n	Kcal/h	
	Personas	45	25	1125	
Iluminación $Q_{SI} = Watt \cdot 1.25 \cdot 0.86$ $Q_{SI} = Watt \cdot 0.86$	Elemento	Watt	Factor	Kcal/h	
	Fluorescente	648	1.25 · 0.86	696.6	
	Incandescente		0.86		
Ventilación $Q_{SV} = 0.29 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta t$	Elemento	V_v	Δt	Kcal/h	
	Aire	720	10	417.5	
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL					3778

Carga latente

Personas $Q_{LP} = q_{LP} \cdot n$	Elemento	q_{LP}	n	Kcal/h
	Personas	55	25	1375
Ventilación $Q_{SV} = 0.72 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta w$	Elemento	V_v	Δw	Kcal/h
	Aire	720	4	414.7
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL				1789.7

CARGA EFECTIVA TOTAL (Kcal/hora)	5567.7
---	---------------

Local 8: Aula A4 (planta primera)

Carga sensible

Radiación solar $Q_{SR} = S \cdot R \cdot f$	Elemento	S (m²)	R	Factores	Kcal/h
	Ventana	21	35	0.90	661.5
Radiación, transmisión cerramientos $Q_{STR} = K \cdot S \cdot DTE$	Elemento	S (m²)	K	DTE	Kcal/h
	Cerramiento	21	0.26	11.3	61.7
	Ventana	21	3.4	10	714
Transmisión cerram. int. $Q_{ST} = K \cdot S \cdot \Delta T$	Elemento	S (m²)	K	ΔT	Kcal/h
Personas $Q_{SP} = q_{SP} \cdot n$	Elemento	q_{SP}	n	Kcal/h	
	Personas	45	35	1575	
Iluminación $Q_{SI} = Watt \cdot 1.25 \cdot 0.86$ $Q_{SI} = Watt \cdot 0.86$	Elemento	Watt	Factor	Kcal/h	
	Fluorescente	864	1.25 · 0.86	928.8	
	Incandescente		0.86		
Ventilación $Q_{SV} = 0.29 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta t$	Elemento	V_v	Δt	Kcal/h	
	Aire	1008	10	584.6	
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL					4525.6

Carga latente

Personas $Q_{LP} = q_{LP} \cdot n$	Elemento	q_{LP}	n	Kcal/h
	Personas	55	35	1925
Ventilación $Q_{SV} = 0.72 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta w$	Elemento	V_v	Δw	Kcal/h
	Aire	1008	4	580.6
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL				2505.6

CARGA EFECTIVA TOTAL (Kcal/hora)	7031.2
---	---------------

Local 9: Aula A5 (planta primera)

Carga sensible

Radiación solar $Q_{SR} = S \cdot R \cdot f$	Elemento	S (m²)	R	Factores	Kcal/h
	Ventana	19.5	35	0.90	614.2
Radiación, transmisión cerramientos $Q_{STR} = K \cdot S \cdot DTE$	Elemento	S (m²)	K	DTE	Kcal/h
	Cerramiento	21	0.18	11.3	42.7
	Ventana	19.5	3.4	10	663
	Cerramiento	24	0.26	4.2	26.2
Transmisión cerram. int. $Q_{ST} = K \cdot S \cdot \Delta T$	Elemento	S (m²)	K	ΔT	Kcal/h
Personas $Q_{SP} = q_{SP} \cdot n$	Elemento	q_{SP}	n	Kcal/h	
	Personas	45	40	1800	
Iluminación $Q_{SI} = Watt \cdot 1.25 \cdot 0.86$ $Q_{SI} = Watt \cdot 0.86$	Elemento	Watt	Factor	Kcal/h	
	Fluorescente	864	1.25 · 0.86	928.8	
	Incandescente		0.86		
Ventilación $Q_{SV} = 0.29 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta t$	Elemento	V_v	Δt	Kcal/h	
	Aire	1152	10	1658.9	
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL					5733.8

Carga latente

Personas $Q_{LP} = q_{LP} \cdot n$	Elemento	q_{LP}	n	Kcal/h
	Personas	55	40	2200
Ventilación $Q_{SV} = 0.72 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta w$	Elemento	V_v	Δw	Kcal/h
	Aire	1152	4	663.5
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL				2863.5

CARGA EFECTIVA TOTAL (Kcal/hora)

8597.3

Local 10: Taller T2 (planta primera)

Carga sensible

Radiación solar $Q_{SR} = S \cdot R \cdot f$	Elemento	S (m²)	R	Factores	Kcal/h
	Ventana	19.5	35	0.90	614.2
Radiación, transmisión cerramientos $Q_{STR} = K \cdot S \cdot DTE$	Elemento	S (m²)	K	DTE	Kcal/h
	Cerramiento	30	0.24	5.3	38.2
	Ventana	19.5	3.4	10	663
Transmisión cerram. int. $Q_{ST} = K \cdot S \cdot \Delta T$	Elemento	S (m²)	K	ΔT	Kcal/h
Personas $Q_{SP} = q_{SP} \cdot n$	Elemento	q_{SP}	n	Kcal/h	
	Personas	45	35	1575	
Iluminación $Q_{SI} = Watt \cdot 1.25 \cdot 0.86$ $Q_{SI} = Watt \cdot 0.86$	Elemento	Watt	Factor	Kcal/h	
	Fluorescente	864	1.25 · 0.86	928.8	
	Incandescente		0.86		
Ventilación $Q_{SV} = 0.29 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta t$	Elemento	V_v	Δt	Kcal/h	
	Aire	784	10	1136.8	
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL					4956

Carga latente

Personas $Q_{LP} = q_{LP} \cdot n$	Elemento	q_{LP}	n	Kcal/h
	Personas	55	35	1925
Ventilación $Q_{SV} = 0.72 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta w$	Elemento	V_v	Δw	Kcal/h
	Aire	784	4	1128.9
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL				3053.9

CARGA EFECTIVA TOTAL (Kcal/hora)	8009.9
---	---------------

Local 11: Taller T3 (planta primera)

Carga sensible

Radiación solar $Q_{SR} = S \cdot R \cdot f$	Elemento	S (m²)	R	Factores	Kcal/h
	Ventana	31.8	35	0.60	667.8
Radiación, transmisión cerramientos $Q_{STR} = K \cdot S \cdot DTE$	Elemento	S (m²)	K	DTE	Kcal/h
	Cerramiento	22.2	0.26	6.4	36.9
	Cerramiento	33	0.26	4.2	36
	Ventana	31.8	3.4	10	699.6
Transmisión cerram. int. $Q_{ST} = K \cdot S \cdot \Delta T$	Elemento	S (m²)	K	ΔT	Kcal/h
Personas $Q_{SP} = q_{SP} \cdot n$	Elemento	q_{SP}	n	Kcal/h	
	Personas	45	35	1575	
Iluminación $Q_{SI} = Watt \cdot 1.25 \cdot 0.86$ $Q_{SI} = Watt \cdot 0.86$	Elemento	Watt	Factor	Kcal/h	
	Fluorescente	1080	1.25 · 0.86	1161	
	Incandescente		0.86		
Ventilación $Q_{SV} = 0.29 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta t$	Elemento	V_v	Δt	Kcal/h	
	Aire	890	10	1290.5	
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL					5457.9

Carga latente

Personas $Q_{LP} = q_{LP} \cdot n$	Elemento	q_{LP}	n	Kcal/h
	Personas	55	35	1925
Ventilación $Q_{SV} = 0.72 \cdot f \cdot V_v \cdot \Delta w$	Elemento	V_v	Δw	Kcal/h
	Aire	890	4	1281.6
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL				3206.6

CARGA EFECTIVA TOTAL (Kcal/hora)

8664.5

5.4.3.3. Selección de equipos

Para la selección de equipos se opta por hacer subdivisiones que permitan reducir el tamaño de los mismos. La agrupación de locales para dicha subdivisión, así como sus cargas correspondientes y los equipos seleccionados se detallan a continuación:

Oficinas y sala de control (planta baja)

CUADRO DE CARGAS FRIGORÍFICAS					
Dependencia	Local	Superficie (m ²)	Ventilación (m ³ /h)	Cargas (Kcal/h)	Cargas (KW)
Oficinas	5	68.4	246	2899.9	3371.9
Control	6	13.6	46.8	975.8	1134.6
TOTAL			292.8	3875.7	4506.5

Estos locales tienen pocas cargas y tienen un uso bastante continuado por lo que se opta por climatizarlos para frío y calor con unos equipos del tipo cassette hidrónico de *CIATESA*, que funciona de manera prácticamente individualizada y son muy fácilmente regulables, reduciendo así los consumos. Son equipos partidos que se instalan en el falso techo y, mediante conductos de líneas frigoríficas, se unen con las unidades de cubierta.

MODELO	UDS.	CAUDAL (m ³ /h)	POT. CALORÍFICA (KW)	POT. FRIGORÍFICA (KW)	POT. CONSUMIDA (W)	DIMENSIONES		
						LONG.	ANCH.	ALT.
Melody 63 V3	3	460	10.30	3.69	74	680	660	332

Para los demás locales se utiliza una climatización del tipo todo aire tanto para frío como para calor con sistema de equipos partidos, teniendo la unidad exterior en cubierta, conectada por líneas frigoríficas a la unidad interior, la cual se dispone en todos los casos en el falso techo de los cuartos de baño. Las unidades interiores son Unidades de Tratamiento de Aire (UTA) que no sólo actúan como parte de la climatización en los procesos de frío calor sino que además trata el aire mediante filtros antes de impulsarlo. Son del tipo baja silueta (380 mm) de *CIATESA* ya que su altura se adecua perfectamente a los falsos techos.

Los locales se han distribuido por plantas para evitar el paso de conductos de aire de una planta a otra. A continuación se detallan los equipos. Se indican asimismo los caudales de ventilación necesarios en cada local de manera que se puedan calcular los conductos que toman el aire desde cubierta y lo llevan hasta las UTA correspondientes.

Taller T1 y Aulas A1 y A2 (planta baja)

CUADRO DE CARGAS FRIGORÍFICAS					
Dependencia	Local	Superficie (m ²)	Ventilación (m ³ /h)	Cargas (Kcal/h)	Cargas (KW)
T1	1	136.6	1261	13488.3	15684.1
A1	3	27.3	432	3599.1	4185
A2	4	25.3	432	3599.1	4185
TOTAL			2125	20686.5	24054.1

MODELO	UD	CAUDAL (m ³ /h)	POT. CALORÍFICA (W)	POT. FRIGORÍFICA (W)	POT. CONSUMIDA (W)	PRESIÓN (Pa)	NPS (dBA)
Hidronic CTB 60	1	5000	60100	26800	3x550	180	67
ISM 120-Z	1	-	29600	28600	12700	-	-

Sala de usos múltiples (equipos instalados en planta primera)

CUADRO DE CARGAS FRIGORÍFICAS					
Dependencia	Local	Superficie (m ²)	Ventilación (m ³ /h)	Cargas (Kcal/h)	Cargas (KW)
Sala usos múltiples	2	153.7	2880	25798.5	28998.25

MODELO	UD	CAUDAL (m ³ /h)	POT. CALORÍFICA (W)	POT. FRIGORÍFICA (W)	POT. CONSUMIDA (W)	PRESIÓN (Pa)	NPS (dBA)
Hidronic CTB 60	1	6000	67000	29900	3x550	70	68
ISM 120-Z	1	-	29600	28600	12700	-	-

Aulas A3, A4 y A5 (planta primera)

CUADRO DE CARGAS FRIGORÍFICAS					
Dependencia	Local	Superficie (m ²)	Ventilación (m ³ /h)	Cargas (Kcal/h)	Cargas (KW)
A3	7	45.4	720	5 567.7	6474.1
A4	8	53.2	1008	7 031.2	8175.8
A5	9	70.4	1152	8 597.3	9996.9
TOTAL			2880	21196.2	24646.7

MODELO	UD	CAUDAL (m ³ /h)	POT. CALORÍFICA (W)	POT. FRIGORÍFICA (W)	POT. CONSUMIDA (W)	PRESIÓN (Pa)	NPS (dBA)
Hidronic CTB 60	1	5000	60100	26800	3x550	180	67
ISM 120-Z	1	-	29600	28600	12700	-	-

Talleres T2 y T3 (planta primera)

CUADRO DE CARGAS FRIGORÍFICAS					
Dependencia	Local	Superficie (m ²)	Ventilación (m ³ /h)	Cargas (Kcal/h)	Cargas (KW)

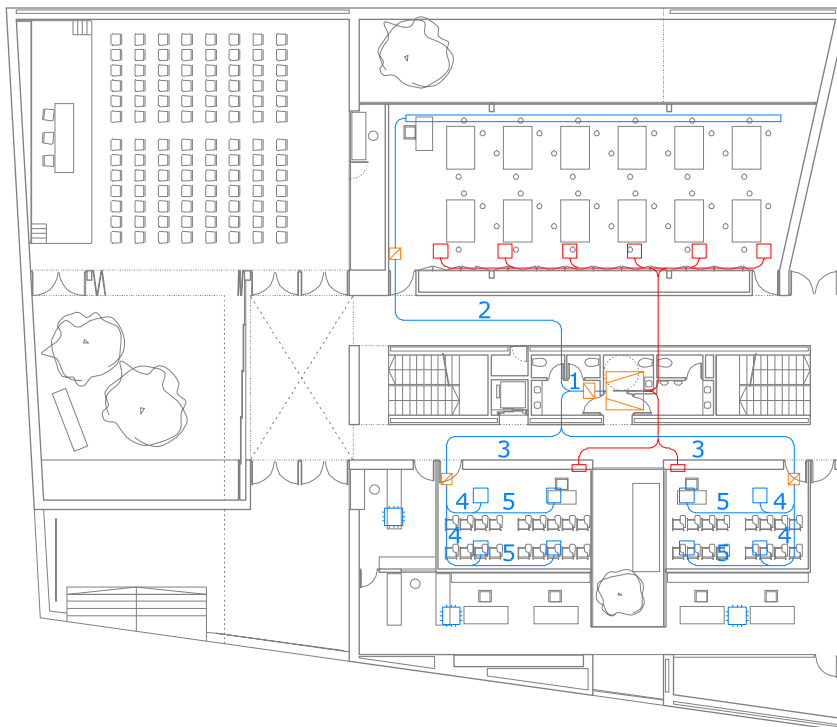
T2	10	74.7	784	8 009.9	9313.8
T3	11	84.5	890	8 664.5	10075
TOTAL			1674	16 674.4	19 388.8

MODELO	UD	CAUDAL (m ³ /h)	POT. CALORÍFICA (W)	POT. FRIGORÍFICA (W)	POT. CONSUMIDA (W)	PRESIÓN (Pa)	NPS (dBA)
Hidronic CTB 60	1	5000	60100	26800	3x550	180	67
ISM 120-Z	1	-	29600	28600	12700	-	-

5.4.3.4. Cálculo de conductos

Para realizar el cálculo de conductos se utilizará el método de rozamiento constante sabiendo que el aire circulará a baja velocidad. La velocidad máxima que se decide, para cualquier tramo, ya sea principal o derivación, es de 6 m/s. Se muestra a continuación el plano de planta baja con la distribución de conductos nombradas por tramos. Las pérdidas de carga se calculan para conductos *CLIMAVÉR* aislados con fibra de vidrio y se considera un 15% de la longitud para los accesorios.

Impulsión



Subsistema planta baja

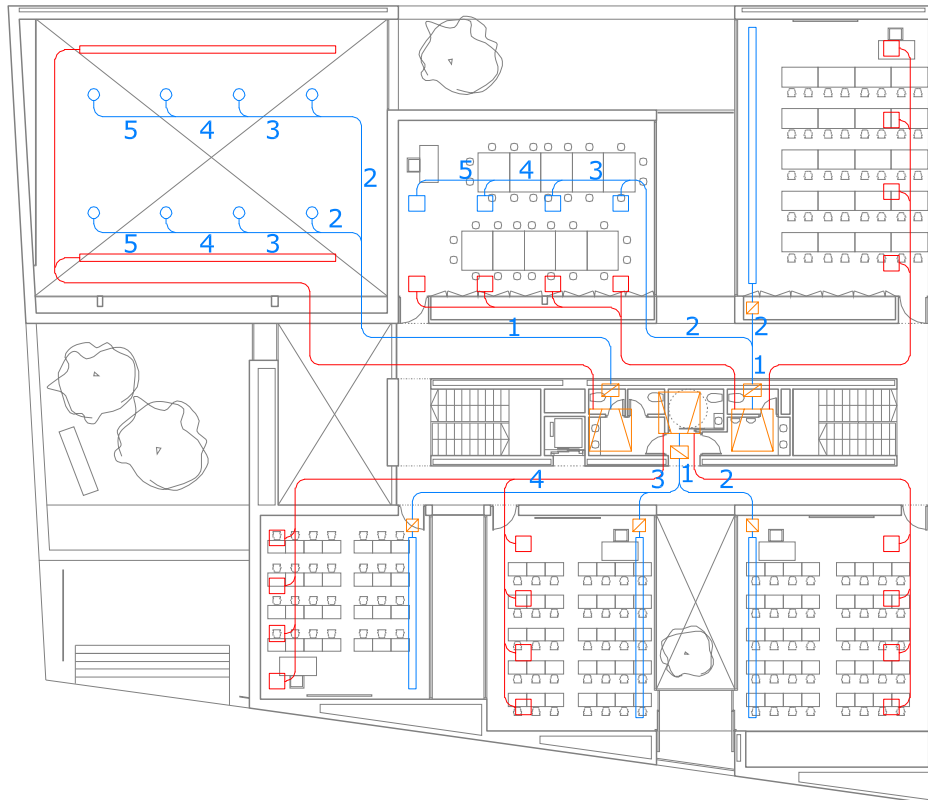
$$\text{Área inicial} = \frac{(m^3/h)}{(m/s) \times 3600} = \frac{5000}{6 \times 3600} = 0.23$$

Tramo	Caudal	%	%	Área	Dimensiones	Φ (mm)	Veloc.	pdc/ml	long	Pcd
-------	--------	---	---	------	-------------	--------	--------	--------	------	-----

nº	m³/h	caudal	área	conducto	(bxh) mm	equivalente	m/s	mmca		total
1	5000	100	100	0.23	700x350	541	6	0.7	1.5	<u>1.2</u>
2	3250	65	71.5	0.164	500x350	460	5	0.6	12.6	8.7
3	875	17.5	25	0.057	400x150	264	4	0.9	12.7	<u>13.1</u>
4	437	8.75	14.5	0.03	250x150	213	3.5	0.9	3.5	<u>3.6</u>
5	218	4.4	9	0.021	150x150	166	3	1.5	3.5	<u>6</u>
_ Pérdida de carga total del punto más desfavorable _										23.9

El equipo es capaz de vencer las pérdidas de carga requeridas.

Planta primera



Subsistema Talleres T2 y T3

$$\text{Área inicial} = \frac{(m^3/h)}{(m/s) \times 3600} = \frac{5000}{6 \times 3600} = 0.23$$

Tramo nº	Caudal m³/h	% caudal	% área	Área conducto	Dimensiones (bxh) mm	Φ (mm) equivalente	Veloc. m/s	pdc/ml mmca	long	Pcd total
1	5000	100	100	0.23	700x350	541	6	0.7	2.4	<u>1.9</u>
2	2500	50	58	0.13	400x350	414	6	1	12	<u>13.8</u>
3	1875	37.5	46	0.106	350x350	389	5	0.7	2.6	<u>2.1</u>
4	1250	25	32.5	0.075	350x250	328	4	0.6	2.6	<u>1.7</u>
5	625	12.5	19	0.044	250x250	287	2.5	0.2	2.6	<u>0.6</u>
_ Pérdida de carga total del punto más desfavorable _										20.1

Subsistema Aulas A3, A4, A5

$$\text{Área inicial} = \frac{(m^3/h)}{(m/s) \times 3600} = \frac{5000}{6 \times 3600} = 0.23$$

Tramo nº	Caudal m³/h	% caudal	% área	Área conducto	Dimensiones (bxh) mm	Φ (mm) equivalente	Veloc. m/s	pdc/ml mmca	long	Pcd total
1	5000	100	100	0.23	700x350	541	6	0.7	2.2	<u>1.7</u>
2	2000	40	48	0.11	350x350	389	5.5	0.8	4.5	4.1
3	3000	60	67.5	0.15	450x350	439	5.5	0.7	1.5	<u>1.2</u>
4	1300	26	33.5	0.077	600x150*	315	5	1	10	<u>11.5</u>
_ Pérdida de carga total del punto más desfavorable _										14.4

* Cruce de conductos

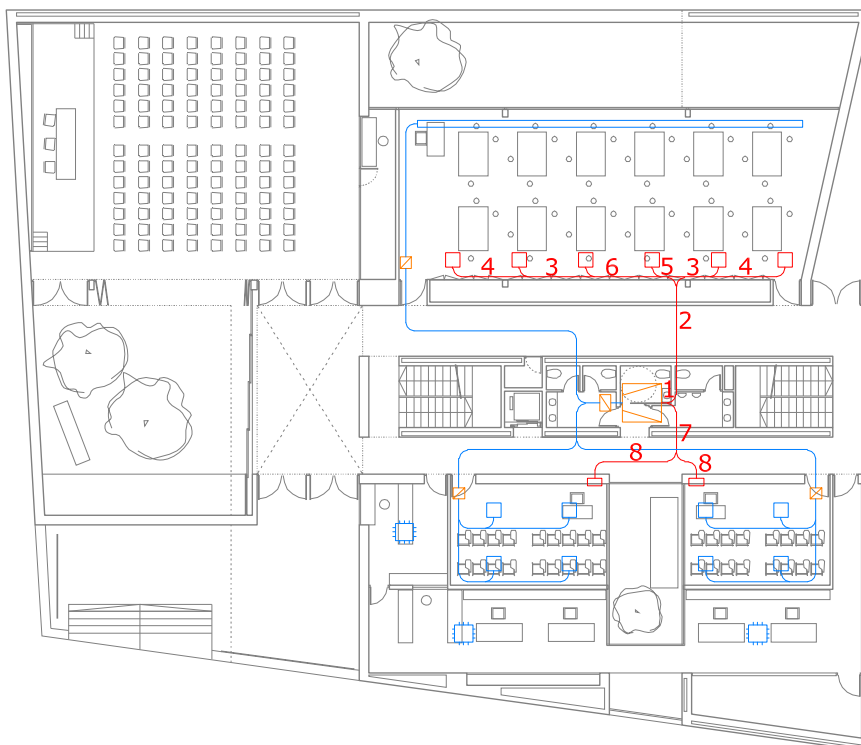
Subsistema sala usos múltiples

$$\text{Área inicial} = \frac{(m^3/h)}{(m/s) \times 3600} = \frac{6000}{6 \times 3600} = 0.27$$

Tramo nº	Caudal m³/h	% caudal	% área	Área conducto	Dimensiones (bxh) mm	Φ (mm) equivalente	Veloc. m/s	pdc/ml mmca	long	Pcd total
1	6000	100	100	0.27	850x350	592	6	0.6	16	<u>11</u>
2	3000	50	58	0.156	450x350	439	5.5	0.7	6.5	<u>5.2</u>
3	2250	37.5	46	0.124	400x350	414	5	0.6	3	<u>2.1</u>
4	1500	25	32.5	0.087	400x250	348	4.5	0.7	3	<u>2.4</u>
5	750	12.5	19	0.051	250x250	287	3.5	0.5	3	<u>1.7</u>
_ Pérdida de carga total del punto más desfavorable _										24.1

Retorno

Planta baja



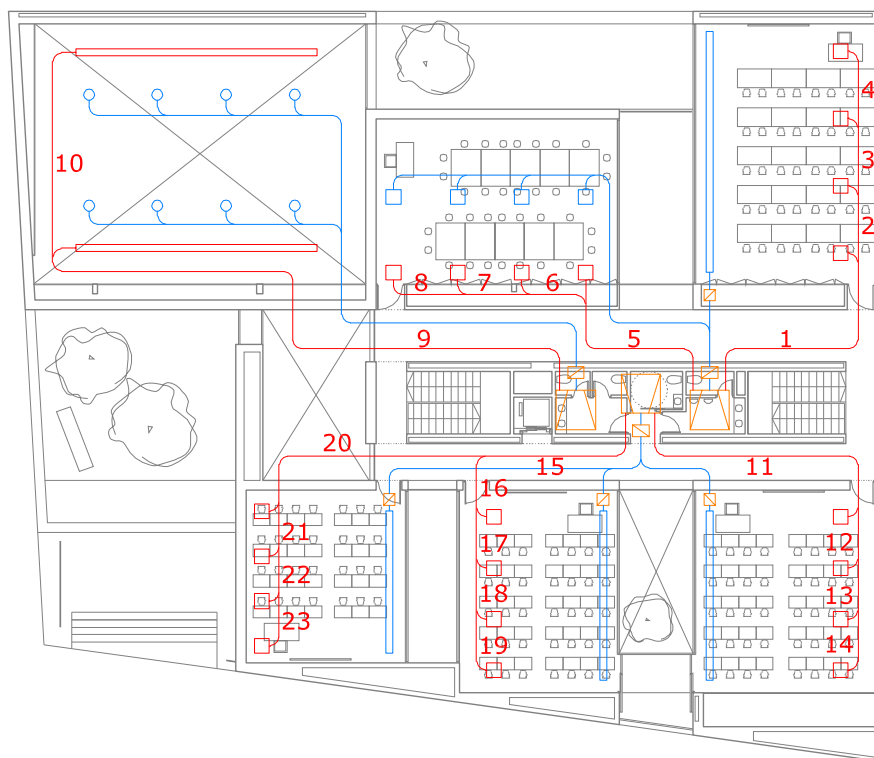
Subsistema planta baja

$$\text{Área inicial} = \frac{(m^3/h)}{(m/s) \times 3600} = \frac{5000}{6 \times 3600} = 0.23$$

Tramo nº	Caudal m ³ /h	% caudal	% área	Área conducto	Dimensiones (bxh) mm	Φ (mm) equivalente	Veloc. m/s
1	5000	100	100	0.23	700x350	541	6
2	3250	65	71.5	0.164	500x350	460	6
3	1083	21	28	0.065	250x250	287	5.5
4	541.5	10.5	17	0.039	150x150	166	6
5	2166.6	43.3	51	0.117	500x250	384	6
6	1624.5	32.5	41	0.09	400x250	348	6
7	1750	35	43	0.099	800x150*	356	5.5
8	875	17.5	25	0.057	400x150	264	4.5

* Cruce de conductos

Planta primera



Subsistema Talleres T2 y T3

$$\text{Área inicial} = \frac{(m^3/h)}{(m/s) \times 3600} = \frac{5000}{6 \times 3600} = 0.23$$

Tramo nº	Caudal m ³ /h	% caudal	% área	Área conducto	Dimensiones (bxh) mm	Φ (mm) equivalente	Veloc. m/s
1	2500	50	58	0.13	400x350	414	6
2	1875	37.5	45	0.103	350x350	389	4.5
3	1250	25	32.5	0.074	300x250	302	5.5
4	625	12.5	19.5	0.045	150x150	166	6
5	2500	50	58	0.13	400x350	414	6
6	1875	37.5	46	0.106	350x350	389	5
7	1250	25	32.5	0.075	350x250	328	4
8	625	12.5	19	0.044	250x250	287	2.5

Subsistema Sala de usos múltiples

$$\text{Área inicial} = \frac{(m^3/h)}{(m/s) \times 3600} = \frac{6000}{6 \times 3600} = 0.27$$

Tramo nº	Caudal m ³ /h	% caudal	% área	Área conducto	Dimensiones (bxh) mm	Φ (mm) equivalente	Veloc. m/s
9	6000	100	100	0.27	850x350	592	6
10	3000	50	58	0.156	450x350	439	5.5

Subsistema Aulas A3, A4, A5

$$\text{Área inicial} = \frac{(m^3/h)}{(m/s) \times 3600} = \frac{5000}{6 \times 3600} = 0.23$$

Tramo nº	Caudal m ³ /h	% caudal	% área	Área conducto	Dimensiones (bxh) mm	Φ (mm) equivalente	Veloc. m/s
11	2000	40	48	0.11	350x350	389	5.5
12	1500	30	37	0.085	350x250	328	5
13	1000	20	27	0.062	250x250	287	5.5
14	500	10	16.5	0.038	250x150	213	3.5
15	3000	60	67.5	0.15	450x350	439	5.5
16	1650	33	41	0.094	750x150*	389	5.5
17	1237.5	24.7	32.5	0.074	350x250	328	5
18	825	16.5	23	0.053	250x250	287	5.5
19	412.5	8.2	13	0.03	250x150	213	3.5
20	1300	26	33.5	0.077	350x250	328	5
21	975	19.5	27	0.062	250x250	287	5
22	650	13	19.5	0.045	300x150	231	4.5
23	325	6.5	11	0.025	150x150	166	6

* Cruce de conductos

5.4.3.5. Cálculo de los conductos de ventilación

Para el cálculo de los conductos de ventilación se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q = S \cdot v$$

Subsistema	Caudal (m ³ /h)	Sección (mm)	Velocidad (m/s)
Planta baja	2125	350x300	5.6
T2, T3	1674	300x300	5.1
A3, A4, A5	1152	250x250	5.1
Sala usos múlt.	2880	450x300	5.9

5.4.3.6. Resumen de potencia eléctrica consumida

Se han utilizado para la climatización las siguientes máquinas

3 x Casete hidrónico Modelo Melody 63 V3 x 74 W = 222 W

4 x UTA Modelo Hidronic CTB 60 x (3x550 W) = 6600 W

4 x ISM 120 – Z x 12700 W = 50 800 W

TOTAL : 57 622 W

5.5 Instalación de iluminación

5.5.1. Tipos de luminarias y lámparas elegidas

Tipo de luminaria		Tipo de lámpara	
Downlight de Erco	Reflector de aluminio color plata Portalámpara de aluminio	Halógena de bajo voltaje	Modelo QT 12, 75 W, 12 V Flujo luminoso de 1.600 lm Vida media 2.000 h Tc: 3.000K
		Halógena de bajo voltaje	Modelo QT 12, 50 W, 12 V Flujo luminoso de 950 lm Vida media 2.000 h Tc: 3.000K
Downlight pendular modelo Starpoint	Reflector de aluminio plateado Darklight Portalámparas de fundición de cobre	Halógena de bajo voltaje	Modelo QT 12, 35 W, 12 V Flujo luminoso de 1.600 lm Vida media 4.000 h Tc: 3.000K
Portalámpara	Portalámpara de fundición de cobre	Fluorescente compacta	Modelo TC-D, 26 W Flujo luminoso de 1.800 lm Vida media 8.000 h Tc: 3.000K
Downlight de Erco	Reflector de aluminio color plata Portalámpara de aluminio	Fluorescente compacta	Modelo T 16, 2x36 W Flujo luminoso de 3.350 lm Vida media 3.000 h Tc: 3.000K
Optec.	Proyectores Cuerpo de aluminio blanco Aro antideslumbrante Adaptador trifásico girable 360 ^a , orientable 90 ^o	Halógena incandescente	Modelo QT 18, 150 W Lámpara clara para reflectante Spot (aluminio) Aro antideslumbrante Cristal de seguridad
Atrium, bañador de pared	Reflector de aluminio plateado Darklight Portalámparas de fundición de cobre	Halógena de bajo voltaje	Modelo QT 12, 50 W, 12 V Flujo luminoso de 950 lm Vida media 2.000 h Tc: 3.000K
Nadir empotrable de Erco	Luminaria Nadir empotrable IP67. Fundición de aluminio, cristal de protección blanco.	Halógena de bajo voltaje	Modelo QT 9, 10 W, 12 V Flujo luminoso de 30 lm Vida media 2.000 h Tc: 3.000K
		Fluorescente compacta	Modelo TC-D, 26 W Flujo luminoso de 1.800 lm Vida media 8.000 h Tc: 3.000K
Downlight pendular Zylinder	Reflector de aluminio plateado Darklight Portalámparas de fundición de cobre	Halógena incandescente	Modelo QT 18, 150 W, 12 V Flujo luminoso de 3500 lm Vida media 4.000 h Tc: 3.000K

Tesis IP 68 empotrable de pared	Reflector de aluminio plateado, para exterior	Halogenuros metálicos	Modelo QT 18, 20 W, 12 V Flujo luminoso de 930 lm Vida media 4.000 h Tc: 3.000K
Uplights Tesis IP 68 empotrable de suelo	Reflector de aluminio plateado, para exterior. Fundición aluminio	Halogenuros metálicos	Modelo QT 18, 50 W, 12 V Vida media 4.000 h Tc: 3.000K

5.5.2. Cálculo de la instalación

El método utilizado en el cálculo será el método de los lúmenes, en su particularización del Método DIN / LITG. Para obtener los niveles de iluminación adecuados para cada estancia, así como los factores de rendimiento de los locales, o los factores de reflexión de las diferentes superficies, se han utilizado las tablas de los diferentes anexos del libro "*Instalaciones de iluminación en la arquitectura*"- Jesús Feijó Muñoz.

Los factores de rendimiento de suelos, paredes y techos, se determinan en función de los factores de reflexión de los distintos colores y materiales de estas superficies.

Las fórmulas a utilizar en el cálculo de necesidades lumínicas son:

$$\Phi T = E_m S / \eta L \eta R f_e, \text{ donde,}$$

ΦT - flujo total necesario, en lúmenes a aportar por las lámparas que se utilicen en las distintas luminarias.

E_m - iluminancia media en lux (lm/m^2) deseada en la superficie de trabajo o en general de cálculo en el plano previsto.

S - superficie del local a iluminar en m^2 , según el producto anchura (a) por longitud (b).

ηR - rendimiento del local, determinados según tabla 4.

ηL - rendimiento de la luminaria.

f_e - factor de conservación o mantenimiento, determinado según tabla 5.

Para la determinación del rendimiento del local, utilizaremos las tablas del anexo 3 del mencionado libro, "Valor de rendimiento del local". Para entrar en dicha tabla será necesario determinar los factores de reflexión o reflectancias de suelos, paredes y techos, además del índice del local (K), el cual se calcula según:

$$- K = a b / h (a + b) \quad \text{para luminarias A1 a C4}$$

$$- K = 3 a b / 2 h' (a + b) \quad \text{para luminarias D2 a E3}$$

donde: a y b - son las dimensiones del local
 h - distancia entre el plano de trabajo y la luminaria.
 h' - distancia entre el plano de trabajo y techo.

Una vez obtenido el flujo total, el número de lámparas necesario vendrá dado por la siguiente expresión:

$$NL = \Phi T / \Phi_o, \text{ donde,}$$

Φ_0 - flujo aportado por cada lámpara, en lúmenes.
 NL- Número total de lámparas necesarias.

Aula A1 (planta baja)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	6.4 x 4.2 = 26.88 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	3 metros
Altura plano de trabajo	0.8 metros
Altura relativa (h)	2.2 metros
Índice (K)	1.15
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.9
Flujo luminoso requerido (Em)	500 lux
Tipo de luminaria	Downlight de Erco
Tipo de lámpara	Fluorescente compacta. Modelo T 16, 2x36 W Flujo luminoso de 3.350 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (fe)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	20740 lm
Número de lámparas	6
Potencia total	432 W

Aula A2 (planta baja)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	6.0 x 4.2 = 25.2 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	3 metros
Altura plano de trabajo	0.8 metros
Altura relativa (h)	2.2 metros
Índice (K)	1.12
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.9
Flujo luminoso requerido (Em)	500 lux
Tipo de luminaria	Downlight de Erco
Tipo de lámpara	Fluorescente compacta. Modelo T 16, 2x36 W Flujo luminoso de 3.350 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (fe)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	19444 lm
Número de lámparas	6
Potencia total	432 W

Aula A3 (planta primera)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	6.5 x 7.0 = 45.5 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	3 metros
Altura plano de trabajo	0.8 metros
Altura relativa (h)	2.2 metros
Índice (K)	1.53
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.97
Flujo luminoso requerido (E_m)	500 lux
Tipo de luminaria	Downlight de Erco
Tipo de lámpara	Fluorescente compacta. Modelo T 16, 2x36 W Flujo luminoso de 3.350 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	32574.45 lm
Número de lámparas	10; se colocarán 9 para mejor organización
Potencia total	648 W

Aula A4 (planta primera)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	6.4 x 8.2 = 52.5 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	3 metros
Altura plano de trabajo	0.8 metros
Altura relativa (h)	2.2 metros
Índice (K)	1.63
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	1.00
Flujo luminoso requerido (E_m)	500 lux
Tipo de luminaria	Downlight de Erco
Tipo de lámpara	Fluorescente compacta. Modelo T 16, 2x36 W Flujo luminoso de 3.350 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	36458.83 lm
Número de lámparas	11; se colocarán 12 para mejor organización
Potencia total	864 W

Aula A5 (planta primera)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	7.3 x 8.2 = 59.8 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	3 metros
Altura plano de trabajo	0.8 metros
Altura relativa (h)	2.2 metros
Índice (K)	1.75
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	1.00
Flujo luminoso requerido (E_m)	500 lux
Tipo de luminaria	Downlight de Erco
Tipo de lámpara	Fluorescente compacta. Modelo T 16, 2x36 W Flujo luminoso de 3.350 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	41527.78 lm
Número de lámparas	13; se dispondrán 12 para mejor organización
Potencia total	864 W

Taller T1 (planta baja)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	17.0 x 7.0 = 119.0 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	3 metros
Altura plano de trabajo	0.8 metros
Altura relativa (h)	2.2 metros
Índice (K)	2.25
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	1.07
Flujo luminoso requerido (E_m)	500 lux
Tipo de luminaria	Downlight de Erco
Tipo de lámpara	Fluorescente compacta. Modelo T 16, 2x36 W Flujo luminoso de 3.350 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.9
Flujo total necesario (Φ_T)	68651.2 lm
Número de lámparas	21
Potencia total	1512 W

Taller T2 (planta primera)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	9.8 x 6.7 = 65.7 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	3 metros
Altura plano de trabajo	0.8 metros
Altura relativa (h)	2.2 metros
Índice (K)	1.8
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	1.00
Flujo luminoso requerido (E_m)	500 lux
Tipo de luminaria	Downlight de Erco
Tipo de lámpara	Fluorescente compacta. Modelo T 16, 2x36 W Flujo luminoso de 3.350 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.9
Flujo total necesario (Φ_T)	40555.55 lm
Número de lámparas	12
Potencia total	864 W

Taller T3 (planta primera)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	7.3 x 10.6 = 77.4 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	3 metros
Altura plano de trabajo	0.8 metros
Altura relativa (h)	2.2 metros
Índice (K)	1.96
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	1.03
Flujo luminoso requerido (E_m)	500 lux
Tipo de luminaria	Downlight de Erco
Tipo de lámpara	Fluorescente compacta. Modelo T 16, 2x36 W Flujo luminoso de 3.350 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.9
Flujo total necesario (Φ_T)	46386.19 lm
Número de lámparas	14; se colocarán 15 para mejor organización
Potencia total	1080 W

Oficina 1 (planta baja)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	9.8 x 3.5 = 34.3 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	3 metros
Altura plano de trabajo	1.5 metros
Altura relativa (h)	1.5 metros
Índice (K)	1.7
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	1.15
Flujo luminoso requerido (E_m)	100 lux
Tipo de luminaria	Downlight de Erco
Tipo de lámpara	Halógena bajo voltaje. Modelo QT 12, 50 W, 12 V Flujo luminoso de 950 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.9
Flujo total necesario (Φ_T)	3682.23 lm
Número de lámparas	4
Potencia total	200 W

Tipo de iluminación	Específica: mesas de trabajo
Dimensiones (a x b = S)	4 x 4 m ² = 16 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	2.1 metros
Altura plano de trabajo	0.8 metros
Altura relativa (h)	1.3 metros
Índice (K)	0.75
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.82
Flujo luminoso requerido (E_m)	500 lux
Tipo de luminaria	Downlight pendular modelo Starpoint
Tipo de lámpara	Halógena bajo voltaje. Modelo QT 12, 35 W, 12 V Flujo luminoso de 1.600 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.9
Flujo total necesario (Φ_T)	3011,14 lm/mesa
Número de lámparas	2 lámparas/mesa -> 8 lámparas
Potencia total	280 W

Oficina 2 (planta baja)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	7.3 x 3.5 = 25.5 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	3 metros
Altura plano de trabajo	1.5 metros
Altura relativa (h)	1.5 metros
Índice (K)	1.57
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.97
Flujo luminoso requerido (E_m)	100 lux
Tipo de luminaria	Downlight de Erco
Tipo de lámpara	Halógena bajo voltaje. Modelo QT 12, 50 W, 12 V Flujo luminoso de 950 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.9
Flujo total necesario (Φ_T)	3245.51 lm
Número de lámparas	4
Potencia total	200 W

Tipo de iluminación	Específica: mesas de trabajo
Dimensiones (a x b = S)	2 x 4 m ² = 8 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	2.1 metros
Altura plano de trabajo	0.8 metros
Altura relativa (h)	1.3 metros
Índice (K)	0.75
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.82
Flujo luminoso requerido (E_m)	500 lux
Tipo de luminaria	Downlight pendular modelo Starpoint
Tipo de lámpara	Halógena bajo voltaje. Modelo QT 12, 35 W, 12 V Flujo luminoso de 1.600 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.9
Flujo total necesario (Φ_T)	3011,14 lm/mesa
Número de lámparas	2 lámparas/mesa -> 4 lámparas
Potencia total	140 W

Oficina control (planta baja)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	3.2 x 4.2 = 13.4 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	3 metros
Altura plano de trabajo	1.5 metros
Altura relativa (h)	1.5 metros
Índice (K)	1.2
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.93
Flujo luminoso requerido (E_m)	200 lux
Tipo de luminaria	Downlight de Erco
Tipo de lámpara	Halógena bajo voltaje. Modelo QT 12, 50 W, 12 V Flujo luminoso de 950 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.9
Flujo total necesario (Φ_T)	3557.77 lm
Número de lámparas	4
Potencia total	200 W

Tipo de iluminación	Específica: mesas de trabajo
Dimensiones (a x b = S)	2.0 x 2.5 m ² = 5 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	2.1 metros
Altura plano de trabajo	0.8 metros
Altura relativa (h)	1.3 metros
Índice (K)	0.85
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.82
Flujo luminoso requerido (E_m)	500 lux
Tipo de luminaria	Downlight pendular modelo Starpoint
Tipo de lámpara	Halógena bajo voltaje. Modelo QT 12, 35 W, 12 V Flujo luminoso de 1.600 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.9
Flujo total necesario (Φ_T)	3763,92 lm/mesa
Número de lámparas	3 lámparas
Potencia total	105 W

Archivo (planta baja)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	7.0 x 2.4 = 16.8 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	3 metros
Altura plano de trabajo	2.8 metros
Altura relativa (h)	0.2 metros
Índice (K)	5
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	1.17
Flujo luminoso requerido (E_m)	100 lux
Tipo de luminaria	Downlight de Erco
Tipo de lámpara	Halógena bajo voltaje. Modelo QT 12, 50 W, 12 V Flujo luminoso de 950 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.7
Flujo total necesario (Φ_T)	2279.2 lm
Número de lámparas	3
Potencia total	150 W

Pasillo 1 (noroeste, plantas baja y primera)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	20.5 x 2.1 = 43.05 m ²
Tipo de luminaria	A2 Directa intensiva
Altura luminaria	2.1 metros
Altura plano de trabajo	1.5 metros
Altura relativa (h)	0.6 metros
Índice (K)	3.2
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	1.01
Flujo luminoso requerido (E_m)	150 lux
Tipo de luminaria	Portalámpara
Tipo de lámpara	Fluorescente compacta. Modelo TC-D, 26 W Flujo luminoso de 1.800 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.8
Factor conservación (f_e)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	9989.94 lm
Número de lámparas	6 x 2 pasillos (pl. baja y primera) = 12 lámparas
Potencia total	312 W

Esta se considera la iluminación general frecuente del pasillo. Se dispondrá otra iluminación a los efectos de mantenimiento o para casos excepcionales en que sea necesario un mayor nivel de iluminación, así como un alumbrado de emergencia.

Tipo de iluminación	Especial
Dimensiones (a x b = S)	20.5 x 2.1 = 43.05 m ²
Tipo de luminaria	A2 Directa intensiva
Altura luminaria	1 metros
Altura plano de trabajo	1.5 metros
Altura relativa (h)	0.5 metros
Índice (K)	3.8
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	1.07
Flujo luminoso requerido (E_m)	150 lux
Tipo de luminaria	Portalámpara
Tipo de lámpara	Fluorescente compacta. Modelo TC-D, 26 W Flujo luminoso de 1.800 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.8
Factor conservación (f_e)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	9429.76 lm
Número de lámparas	6 x 2 pasillos (pl. baja y primera) = 12 lámparas
Potencia total	312 W

Tipo de iluminación	Emergencia
Dimensiones (a x b = S)	20.5 x 2.1 = 43.05 m ²
Tipo de luminaria	A3 Directa extensiva
Altura luminaria	0.5 metros
Altura plano de trabajo	0 metros
Altura relativa (h)	0.5 metros
Índice (K)	3.8
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	1.03
Flujo luminoso requerido (E_m)	5 lux
Tipo de luminaria	Nadir empotrable de Erco
Tipo de lámpara	Halógena de bajo voltaje. Modelo QT 9,10 W,12 V Flujo luminoso de 30 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.8
Factor conservación (f_e)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	326.53 lm
Número de lámparas	10 x 2 pasillos (pl. baja y primera) = 20 lámparas
Potencia total	200 W

Pasillo 2 (sureste, plantas baja y primera)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	20.5 x 1.5 = 30.75 m ²
Tipo de luminaria	A2 Directa intensiva
Altura luminaria	2.1 metros
Altura plano de trabajo	1.5 metros
Altura relativa (h)	0.6 metros
Índice (K)	2.3
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.95
Flujo luminoso requerido (E_m)	150 lux
Tipo de luminaria	Portalámpara
Tipo de lámpara	Fluorescente compacta. Modelo TC-D, 26 W Flujo luminoso de 1.800 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.8
Factor conservación (f_e)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	7586.35 lm
Número de lámparas	5 x 2 pasillos (pl. baja y primera) = 10 lámparas
Potencia total	260 W

Esta se considera la iluminación general frecuente del pasillo. Se dispondrá otra iluminación a los efectos de mantenimiento o para casos excepcionales en que sea necesario un mayor nivel de iluminación, así como un alumbrado de emergencia.

Tipo de iluminación	Especial
Dimensiones (a x b = S)	20.5 x 1.5 = 30.75 m ²
Tipo de luminaria	A2 Directa intensiva
Altura luminaria	1 metros
Altura plano de trabajo	1.5 metros
Altura relativa (h)	0.5 metros
Índice (K)	2.8
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	1.01
Flujo luminoso requerido (E_m)	150 lux
Tipo de luminaria	Portalámpara
Tipo de lámpara	Fluorescente compacta. Modelo TC-D, 26 W Flujo luminoso de 1.800 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.8
Factor conservación (f_e)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	7135.67 lm
Número de lámparas	4 x 2 pasillos (pl. baja y primera) = 8 lámparas
Potencia total	208 W

Tipo de iluminación	Emergencia
Dimensiones (a x b = S)	20.5 x 1.5 = 30.75 m ²
Tipo de luminaria	A3 Directa extensiva
Altura luminaria	0.5 metros
Altura plano de trabajo	0 metros
Altura relativa (h)	0.5 metros
Índice (K)	2.8
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.94
Flujo luminoso requerido (E_m)	5 lux
Tipo de luminaria	Nadir empotrable de Erco
Tipo de lámpara	Halógena de bajo voltaje. Modelo QT 9,10 W,12 V Flujo luminoso de 30 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.8
Factor conservación (fe)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	255.57 lm
Número de lámparas	9 x 2 pasillos (pl. baja y primera) = 18 lámparas
Potencia total	180 W

Sala de usos multiples (planta baja)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	13.5 x 10.6 = 143.1 m ²
Tipo de luminaria	A2 Directa, intensiva
Altura luminaria	4 metros
Altura plano de trabajo	1.5 metros
Altura relativa (h)	2.5 metros
Índice (K)	2.4
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.5
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.91
Flujo luminoso requerido (E_m)	300 lux
Tipo de luminaria	Downlight pendular zylinder de Erco
Tipo de lámpara	Halógena incandescente. Modelo QT 18, 150 W, 12 V. Flujo luminoso de 3500 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (fe)	0.9
Flujo total necesario (Φ_T)	58241.75 lm
Número de lámparas	16
Potencia total	2400 W

Tipo de iluminación	Específica: escenario
Dimensiones (a x b = S)	2.5 x 9.4 m ² = 23.5 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	4 metros
Altura plano de trabajo	1.8 metros
Altura relativa (h)	2.2 metros
Índice (K)	0.89
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.5
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.76
Flujo luminoso requerido (E_m)	500 lux
Tipo de luminaria	Optec, proyector de Erco
Tipo de lámpara	Halógena incandescente. Modelo QT 18, 150 W Flujo luminoso de 3000
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.9
Flujo total necesario (Φ_T)	14506.17 lm
Número de lámparas	5 lámparas
Potencia total	750 W

Tipo de iluminación	Emergencia
Dimensiones (a x b = S)	2.1 x 10.6 = 22.26 m ² (se calcula sólo el fondo y se aplica posteriormente al lateral)
Tipo de luminaria	A3 Directa extensiva
Altura luminaria	0.5 metros
Altura plano de trabajo	0 metros
Altura relativa (h)	0.5 metros
Índice (K)	3.5
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.9
Flujo luminoso requerido (E_m)	5 lux
Tipo de luminaria	Nadir empotrable de Erco
Tipo de lámpara	Halógena de bajo voltaje. Modelo QT 9,10 W,12 V Flujo luminoso de 30 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.8
Factor conservación (f_e)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	193.23 lm
Número de lámparas	7 (fondo) + 8 (lateral) = 15 lámparas
Potencia total	150 W

Tipo de iluminación	Fondo
Dimensiones (a x b = S)	13.5 x 10.6 = 143.1 m ²
Tipo de luminaria	E2 Indirecta, intensiva
Altura luminaria	2.8 metros
Altura plano de trabajo	1.5 metros
Altura relativa (h')	3.2 metros
Índice (K)	2.8
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.5
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.5
Flujo luminoso requerido (Em)	40 lux
Tipo de luminaria	Atrium bañador de pared de Erco
Tipo de lámpara	Halógena bajo voltaje. Modelo QT 12, 50 W, 12 V Flujo luminoso de 950 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (fe)	0.9
Flujo total necesario (Φ_T)	14133.33 lm
Número de lámparas	15
Potencia total	750 W

Sala auxiliar (de sala conferencias, planta baja)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	1.5 x 7.0 = 10.5 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	3 metros
Altura plano de trabajo	0.8 metros
Altura relativa (h)	2.2 metros
Índice (K)	0.6
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.55
Flujo luminoso requerido (Em)	200 lux
Tipo de luminaria	Downlight de Erco
Tipo de lámpara	Halógena bajo voltaje. Modelo QT 12, 50 W, 12 V Flujo luminoso de 950 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (fe)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	2592.59 lm
Número de lámparas	2
Potencia total	100 W

Vestíbulo (planta baja)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	4.3 x 7.0 = 30.1 m ²
Tipo de luminaria	A2 Directa, intensiva
Altura luminaria	4 metros
Altura plano de trabajo	1.5 metros
Altura relativa (h)	2.5 metros
Índice (K)	1.0
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.6
Flujo luminoso requerido (Em)	200 lux
Tipo de luminaria	Downlight pendular zylinder de Erco
Tipo de lámpara	Halógena bajo voltaje. Modelo QT 12, 75 W, 12 V Flujo luminoso de 1.600 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (fe)	0.9
Flujo total necesario (Φ_T)	8257.88 lm
Número de lámparas	6
Potencia total	450 W

Tipo de iluminación	Emergencia
Dimensiones (a x b = S)	1.2 x 7 = 8.4 m ²
Tipo de luminaria	A3 Directa extensiva
Altura luminaria	2.4 metros
Altura plano de trabajo	0 metros
Altura relativa (h)	2.4 metros
Índice (K)	0.6
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.23
Flujo luminoso requerido (Em)	5 lux
Tipo de luminaria	Nadir empotrable de Erco
Tipo de lámpara	Halógena de bajo voltaje. Modelo QT 9,10 W,12 V Flujo luminoso de 30 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.8
Factor conservación (fe)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	271.7 lm
Número de lámparas	9
Potencia total	90 W

Patio 1 (planta baja, vestíbulo, sala usos múltiples)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	8.7 x 8.7 / 2 = 37.85 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	2.4 metros
Altura plano de trabajo	1.5 metros
Altura relativa (h)	1.1 metros
Índice (K)	2.6
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.88
Flujo luminoso requerido (Em)	120 lux
Tipo de luminaria	Downlight empotrable orientable de Erco
Tipo de lámpara	Halógena bajo voltaje. Modelo QPAR 30, 30 W, 12 V. Flujo luminoso de 930 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (fe)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	7440.03 lm
Número de lámparas	8
Potencia total	240 W

Tipo de iluminación	Específica
Dimensiones (a x b = S)	8.7 x 8.7 / 2 = 37.85 m ²
Tipo de luminaria	A3 Directa, extensiva
Altura luminaria	0.5 metros
Altura plano de trabajo	1.3 metros
Altura relativa (h)	0.8 metros
Índice (K)	2.6
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	1.03
Flujo luminoso requerido (Em)	60 lux
Tipo de luminaria	Tesis empotrable de Erco
Tipo de lámpara	Halogenuros metálicos. Modelo QT 18, 20 W, 12 V Flujo luminoso de 600 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (fe)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	3062.23 lm
Número de lámparas	6
Potencia total	180 W

Patio 2 (planta baja, taller 1)

Tipo de iluminación	Específica
Dimensiones (a x b = S)	20.2 x 3.5 = 70.7 m ²
Tipo de luminaria	A3 Directa, extensiva
Altura luminaria	0.5 metros
Altura plano de trabajo	1.3 metros
Altura relativa (h)	0.8 metros
Índice (K)	3.7
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	1.03
Flujo luminoso requerido (E_m)	60 lux
Tipo de luminaria	Tesis empotrable de Erco
Tipo de lámpara	Halogenuros metálicos. Modelo QT 18, 20 W, 12 V Flujo luminoso de 900 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	5720.06 lm
Número de lámparas	7
Potencia total	210 W

Patio 3 (planta baja, aulas 1y 2)

Tipo de iluminación	Específica
Dimensiones (a x b = S)	3.0 x 6.6 = 19.8 m ²
Tipo de luminaria	A3 Directa, extensiva
Altura luminaria	0.5 metros
Altura plano de trabajo	1.3 metros
Altura relativa (h)	0.8 metros
Índice (K)	2.5
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.88
Flujo luminoso requerido (E_m)	60 lux
Tipo de luminaria	Tesis empotrable de Erco
Tipo de lámpara	Halogenuros metálicos. Modelo QT 18, 20 W, 12 V Flujo luminoso de 600 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	1875 lm
Número de lámparas	4
Potencia total	120 W

Patio 4 (planta primera, talleres 2 y 3)

Tipo de iluminación	Específica
Dimensiones (a x b = S)	3.0 x 7.0 = 21.0 m ²
Tipo de luminaria	A3 Directa, extensiva
Altura luminaria	0.5 metros
Altura plano de trabajo	1.3 metros
Altura relativa (h)	0.8 metros
Índice (K)	2.6
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.88
Flujo luminoso requerido (E_m)	60 lux
Tipo de luminaria	Tesis empotrable de Erco
Tipo de lámpara	Halogenuros metálicos. Modelo QT 18, 20 W, 12 V Flujo luminoso de 600 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	1988 lm
Número de lámparas	4
Potencia total	120 W

Acceso principal (plaza Aliatar)

Tipo de iluminación	Específica
Tipo de luminaria	A3 Directa, extensiva
Altura luminaria	0.0 metros
Altura plano de trabajo	2.4 metros
Tipo de luminaria	Uplights empotrable de Erco
Tipo de lámpara	Halogenuros metálicos. Modelo QT 18, 50 W, 12 V
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.8
Número de lámparas	3
Potencia total	150 W

Acceso secundario (calle San Buenaventura)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	2.2 x 6.5 = 14.3 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	3.0 metros
Altura plano de trabajo	1.5 metros
Altura relativa (h)	1.5 metros
Índice (K)	1.1
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.7
Flujo luminoso requerido (E_m)	100 lux
Tipo de luminaria	Downlight empotrable orientable de Erco
Tipo de lámpara	Halógena bajo voltaje. Modelo QPAR 30, 30 W, 12 V. Flujo luminoso de 930 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	2777.77 lm
Número de lámparas	3
Potencia total	90 W

Baño señoras (plantas baja y primera)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	2.9 x 2.5 = 7.25 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	3 metros
Altura plano de trabajo	1.5 metros
Altura relativa (h)	1.5 metros
Índice (K)	0.9
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.7
Flujo luminoso requerido (E_m)	150 lux
Tipo de luminaria	Downlight de Erco
Tipo de lámpara	Halógena bajo voltaje. Modelo QT 12, 50 W, 12 V. Flujo luminoso de 950 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	2157.74 lm
Número de lámparas	3; para una mejor organización de las luminarias, dispongo 4 x 2 baños (pl. baja y primera) = 8 lámparas
Potencia total	400 W

Baño caballeros (plantas baja y primera)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	2.0 x 2.5 = 5.0 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	3 metros
Altura plano de trabajo	1.5 metros
Altura relativa (h)	1.5 metros
Índice (K)	0.8
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.64
Flujo luminoso requerido (E_m)	150 lux
Tipo de luminaria	Downlight de Erco
Tipo de lámpara	Halógena bajo voltaje. Modelo QT 12, 50 W, 12 V. Flujo luminoso de 950 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	1627.6 lm
Número de lámparas	2; para una mejor organización de las luminarias, dispongo 3 x 2 baños (pl. baja y primera) = 6 lámparas
Potencia total	300 W

Baño minusválidos (plantas baja y primera)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	2.1 x 1.5 = 3.1 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	3 metros
Altura plano de trabajo	1.5 metros
Altura relativa (h)	1.5 metros
Índice (K)	0.6
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.55
Flujo luminoso requerido (E_m)	150 lux
Tipo de luminaria	Downlight de Erco
Tipo de lámpara	Halógena bajo voltaje. Modelo QT 12, 50 W, 12 V. Flujo luminoso de 950 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	1174.24 lm
Número de lámparas	2 x 2 baños (pl. baja y primera) = 4 lámparas
Potencia total	200 W

Vestíbulo baños (plantas baja y primera)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	1.2 x 0.9 = 3.1 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	3 metros
Altura plano de trabajo	1.5 metros
Altura relativa (h)	1.5 metros
Índice (K)	1.0
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.7
Flujo luminoso requerido (E_m)	150 lux
Tipo de luminaria	Downlight de Erco
Tipo de lámpara	Halógena bajo voltaje. Modelo QT 12, 50 W, 12 V. Flujo luminoso de 950 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	922.62 lm
Número de lámparas	1 x 2 baños (pl. baja y primera) = 2 lámparas
Potencia total	100 W

Cuarto limpieza (planta baja)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	1.5 x 0.9 = 1.35 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	3 metros
Altura plano de trabajo	1.5 metros
Altura relativa (h)	1.5 metros
Índice (K)	0.6
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.55
Flujo luminoso requerido (E_m)	250 lux
Tipo de luminaria	Downlight de Erco
Tipo de lámpara	Halógena bajo voltaje. Modelo QT 12, 50 W, 12 V. Flujo luminoso de 950 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.8
Flujo total necesario (Φ_T)	852 lm
Número de lámparas	1
Potencia total	50 W

Escaleras (planta baja)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	5.4 x 2.5 = 13.5 m ²
Tipo de luminaria	A3 Directa, extensiva
Altura luminaria	3 metros
Altura plano de trabajo	1.5 metros
Altura relativa (h)	1.5 metros
Índice (K)	1.1
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.57
Flujo luminoso requerido (E_m)	150 lux
Tipo de luminaria	Nadir de Erco
Tipo de lámpara	Fluorescente compacta. Modelo TC-D, 26 W Flujo luminoso de 1.800 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.7
Flujo total necesario (Φ_T)	5639.1 lm
Número de lámparas	4 x 2 escaleras x 2 plantas = 16 lámparas
Potencia total	416 W

Instalaciones (planta sótano)

Tipo de iluminación	General
Dimensiones (a x b = S)	20.3 x 7.6 = 154.28 m ²
Tipo de luminaria	A1 Directa, muy dirigida
Altura luminaria	2.5 metros
Altura plano de trabajo	1.5 metros
Altura relativa (h)	1.0 metros
Índice (K)	5
<i>Factores de rendimiento</i>	
Techo	0.8
Paredes	0.5
Suelo	0.3
Índice Rendimiento local (η_R)	0.96
Flujo luminoso requerido (E_m)	100 lux
Tipo de luminaria	Downlight de Erco
Tipo de lámpara	Fluorescente compacta. Modelo TC-D, 26 W Flujo luminoso de 1.800 lm
Rendimiento luminaria (η_L)	0.9
Factor conservación (f_e)	0.7
Flujo total necesario (Φ_T)	17856.48 lm
Número de lámparas	10
Potencia total	260 W

5.5.3. Cuadro resumen

Planta baja

Recinto	Em_lux	Sup_m ²	fe	ηL	ηR	ΦT_lm	NL	W_w
1	500	27	0.8	0.9	1.1	20740	6	432
2	500	25	0.8	0.8	1.1	19444	6	432
3	500	119	0.9	0.9	2.2	68651	21	1512
4.1	100	34	0.9	0.9	1.7	3682	4	200
4.2	500	16	0.9	0.9	0.7	3011	8	280
5.1	100	25	0.9	0.9	1.6	3245	4	200
5.2	500	8	0.9	0.9	0.7	3011	4	140
6.1	200	13	0.9	0.8	0.9	3557	4	200
6.2	500	5	0.9	0.9	1.3	3763	3	105
7	100	17	0.7	0.9	1.1	2279	3	150
8.1	150	43	0.8	0.8	3.2	9990	6	156
8.2	150	43	0.8	0.8	1.0	9429	6	312
8.3	5	43	0.8	0.8	1.0	326	10	200
9.1	150	31	0.8	0.8	0.9	7586	5	260
9.2	150	31	0.8	0.8	1.0	7135	4	208
9.3	5	31	0.8	0.8	0.9	255	9	180
10.1	300	143	0.9	0.9	0.9	58241	16	2400
10.2	500	24	0.9	0.9	0.8	14506	5	750
10.3	5	22	0.8	0.8	0.9	193	15	150
10.4	40	143	0.9	0.9	0.5	14133	15	750
11	200	10	0.8	0.9	0.5	2592	2	100
12.1	200	30	0.9	0.9	0.6	8258	6	450
12.2	5	8	0.8	0.8	0.2	271	9	90
13.1	120	38	0.8	0.9	0.9	7440	8	240
13.2	60	38	0.8	0.9	1.0	3062	6	180
14	60	71	0.8	0.9	1.0	5720	7	210
15	60	20	0.8	0.9	0.9	1875	4	120
16	-	-	0.8	0.9	-	-	3	150
17	100	14	0.8	0.9	0.7	2777	3	90
18	150	7	0.8	0.9	0.7	2157	4	200
19	150	5	0.8	0.9	0.6	1627	3	150
20	150	3	0.8	0.9	0.6	1174	2	100
21	150	3	0.8	0.9	0.7	922	1	50
22	250	1	0.8	0.9	0.5	852	1	50
23	150	13	0.7	0.9	0.6	5639	4	104
TOTAL _							11301	

Recintos

1- Aula A1	8.3- Pasillo 1 emergencia	13.2- Patio 1 específico
2- Aula A2	9.1- Pasillo 2 general	14- Patio 2
3- Taller T1	9.2- Pasillo 2 específico	15- Patio 3
4.1- Oficina 1	9.3- Pasillo 2 emergencia	16- Acceso principal
4.2- Oficina 1,específico	10.1- Salon actos general	17- Acceso secundario
5.1- Oficina 2	10.2- Salon actos espec.	18- Baño señoras
5.2- Oficina 2, específico	10.3- Salon actos emerg.	19- Baño caballeros
6.1- Control	10.4- Salon actos fondo	20- Baño minusválidos
6.2- Control, específico	11- Sala auxiliar	21- Vestíbulo baños
7- Archivo	12.1- Vestíbulo	22- C. Limpieza
8.1- Pasillo 1 general	12.2- Vestíbulo emerg.	23- Escaleras
8.2- Pasillo 1 específico	13.1- Patio 1	

Planta primera

Recinto	Em_lux	Sup_m ²	fe	η_L	η_R	ΦT_{lm}	NL	W_w
24	500	45	0.8	0.9	1.0	32574	9	648
25	500	52	0.8	0.9	1.0	36458	12	864
26	500	60	0.8	0.8	1.0	41527	12	864
27	500	66	0.8	0.9	1.0	40555	12	864
28	500	77	0.8	0.9	1.0	46386	15	1080
29.1	150	43	0.8	0.8	3.2	9990	6	156
29.2	150	43	0.8	0.8	1.0	9429	6	312
29.3	5	43	0.8	0.8	1.0	326	10	200
30.1	150	31	0.8	0.8	0.9	7586	5	260
30.2	150	31	0.8	0.8	1.0	7135	4	208
30.3	5	31	0.8	0.8	0.9	255	9	180
31	60	21	0.8	0.9	0.9	1988	4	120
32	150	7	0.8	0.9	0.7	2157	4	200
33	150	5	0.8	0.9	0.6	1627	3	150
34	150	3	0.8	0.9	0.6	1174	2	100
35	150	3	0.8	0.9	0.7	922	1	50
36	150	7	0.7	0.9	0.6	5639	2	52
TOTAL _								6120

Recintos

24- Aula A3	29.2- Pasillo 1 específico	32- Baño señoras
25- Aula A4	29.3- Pasillo 1 emerg.	33- Baño caballeros
26- Aula A5	30.1- Pasillo 2 general	34- Baño minusválidos
27- Taller T2	30.2- Pasillo 2 específico	35- Vestíbulo baños
28- Taller T3	30.3- Pasillo 2 emerg.	36- Escaleras
29- Pasillo 1 general	31- Patio 4	

Planta sótano

Recinto	Em_lux	Sup_m ²	fe	η_L	η_R	ΦT_{lm}	NL	W_w
37	100	154	0.7	0.9	1.0	17856	10	260
38	150	7	0.7	0.9	0.6	5639	2	52
TOTAL _								312

Recintos

37- Sótano
38- Escaleras

5.6. Instalación de electricidad

5.6.1. Legislación aplicable

En la definición y realización de cálculos de instalaciones, se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos en vigor:

- Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental.
- Reglamento de Calificación Ambiental.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- 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.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

5.6.2. Descripción de la instalación eléctrica

Según las normas de la compañía suministradora y reglamento de baja tensión, no es necesario prever un espacio para un centro de transformación ya que no se superan los 100 KW de consumo.

La acometida se realiza desde calle Pagés y desde ahí se conecta de manera subterránea hacia la Caja General de Protección (CGP) y contador. Desde este último, parten las líneas repartidoras hacia el Cuadro General, situado en la sala de control, desde donde se controla toda la instalación de electricidad del edificio.

En estos cuadros se encuentran ubicados todos los dispositivos de mando y protección de las líneas principales del edificio como son, climatización, ascensor, alumbrado, etc. Y además protege a los distintos cuadros secundarios que son los que se enumeran a continuación:

- Cuadro Sala de usos múltiples
- Cuadro Taller T1
- Cuadro Taller T2
- Cuadro Taller T3

Para los espacios considerados locales de pública concurrencia además es necesaria una instalación de alumbrado de emergencia; ésta se diseñara de acuerdo con lo establecido en la MIE-BT-025.

5.6.3. Diseño de la instalación

Grado de electrificación:

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión establece una serie de criterios para prever la carga de un edificio en función de los usos de los lugares de consumo de electricidad (MI BT 010).

No obstante, al no existir una especificación concreta del reglamento para este tipo de inmuebles, se opta por estimar el grado de electrificación a partir de los consumos totales de alumbrado, climatización, fuerza, ascensor, etc, ponderándolos con un coeficiente de simultaneidad del 0.8.

Acometida eléctrica

Es la parte de la instalación comprendida entre la red de distribución pública y la Caja General de Protección.

La acometida para el edificio será trifásica, mediante un terno de cables unipolares, más neutro y protección. El aislamiento será para una tensión de servicio de 1 KV.

La acometida deberá asegurar que los conductores lleguen convenientemente aislados al Cuadro General de Protección. Esto será competencia de la empresa suministradora, que deberá encargarse de todas sus fases: construcción, inspección y verificación final. La acometida será subterránea siendo la compañía eléctrica suministradora Compañía Sevillana de Electricidad.

Todas las masa metálicas que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas, deberán estar conectadas a tierra.

La tensión nominal de alimentación de la línea de distribución en Baja Tensión que alimenta al edificio será de 20 KV, suministrando corriente a 230-400V.

Los circuitos de baja tensión de los equipos de medida irán conectados a tierra.

Línea repartidora

Enlazarán el Cuadro General de Protección con los Cuadros Secundarios de Protección.

El potencial de las líneas es de 400 V. Estarán constituidas por conductores de cobre aislados en instalación aérea bajo tubos metálicos rígidos e incombustibles con aislamiento para una tensión de 1.000 V, será registrable en todo su recorrido y transportará como máximo una potencia de 240kW

El diámetro del tubo protector dependerá de los conductores que deba alojar, así como de la sección de éstos. Será del tipo metálico rígido. Este tubo deberá tener un diámetro nominal que permita la posibilidad de ampliación de la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%.

Medición del consumo

En cuanto a los contadores de energía, se dispondrá un solo contador de triple tarifa para todo el proyecto ya que su gestión se prevé unitaria.

Su situación está prevista en la sala de control del centro. Dicha sala está iluminada como mínimo con 150 lux cumpliendo así la especificación del Reglamento de Centros de Transformación.

La instalación de los contadores se hará de acuerdo con las normas particulares de la Empresa Suministradora. Se colocarán de forma que la altura mínima al suelo sea de 0.50 m y máxima de 1.80 m. Se permitirá la instalación a más altura si se dispone en el local algún elemento de acceso que permita la lectura de las indicaciones de los contadores. Pero esto no se estima necesario dada la dimensión que tienen los cuartos. Entre el contador más saliente y la pared opuesta deberá haber una distancia mínima de 1.1 m.

Con independencia de las protecciones correspondientes a la instalación interior se colocarán fusibles de seguridad (MIE BT 015) en cada uno de los hilos de fase o polares que van al contador; tendrán capacidad de corte en función de la máxima corriente de cortocircuito que pueda presentarse y estarán precintados por la Empresa distribuidora.

Los conductores serán de cobre aislados con Policloruro de Vinilo para una tensión nominal de 1000 V, ya que van bajo tubo con aislamiento interior.

Cuadro general y secundarios de la instalación

Los cuadros estarán formados por armario de chapa de acero plegada y electrozincada, tratada con revestimiento anticorrosivo con polvo de epoxy+poliester polimerizado al calor con grado de protección IP 307 formado por: fondo soporte de perfil DIN con placas pasacables, marco de soporte y cubierta protectora con o sin puerta según el cuadro.

Cuadro General del edificio

Este cuadro está situado en la sal de control. A este cuadro están conectados todos los servicios del edificio, así como los diferentes subcuadros.

Cuadros Secundarios

Están situados junto al acceso a los locales a los que suministran:

- Sala de usos múltiples
- Taller T1
- Taller T2
- Taller T3

Los servicios conectados a los mismos se describen en el esquema unifilar.

Líneas de distribución

- Derivaciones individuales.

Enlazarán el cuadro de protección con los dispositivos interiores de mando y protección. Habrá dos tipos de derivaciones: en monofásica y en trifásica según el tipo de circuito que alimente.

- Instalaciones interiores.

Esta instalación se recoge en los esquemas de cuadros eléctricos, en los que se especifican la organización de los circuitos.

*** INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA (ICP)**

Su finalidad es limitar la potencia demandada por la instalación interior a la potencia contratada por el abonado. Por ello será la Compañía suministradora la que en función de dicha potencia realice el dimensionado del mismo.

*** DISPOSITIVOS PRIVADOS DE MANDO Y PROTECCIÓN**

Irán dentro del cuadro general de distribución que irá situado junto al ICP, a una altura de 1.8 m.

Los dispositivos son el Interruptor Diferencial y los Interruptores magnetotérmicos de corte omipolar y tripolar.

En cuanto a los circuitos interiores tendrán las siguientes características:

- La instalación se hará con conductores bajo tubo en montaje superficial sobre falso techo.
- Los conductores activos serán de cobre flexibles con aislamiento para una tensión nominal de 750 V.
- Cada circuito irá aislado individualmente bajo tubo protector contra sobretensiones.
- El aislamiento de los conductores será de PVC.

- Los conductores serán unipolares e irán agrupados bajo tubo del siguiente modo:

2 conductores (fase y neutro) en circuitos de alumbrado.

3 conductores (fase, neutro y protección) en los circuitos con tomas de corriente.

5 conductores (3 fases, neutro y protección) en los circuitos trifásicos

- Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento:

Fase: marrón, negro o gris.

Neutro: azul claro

Protección: amarillo-verde

- Todas las tomas de corriente deberán estar protegidas con toma de tierra.

- La caída de tensión máxima en la instalación interior no será superior al 3% en alumbrado y el 5% en fuerza.

- Separación mínima de 3cm entre circuito eléctrico y de TV o electrónica

5.6.4 Cumplimiento Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión

Instrucción ITC-BT-28 (Instalaciones en locales de pública concurrencia)

Campo de aplicación

A efectos de la normativa nuestro edificio tiene la consideración general de local de espectáculo y actividades recreativas con una ocupación prevista de una persona cada 0.8m² de superficie útil, a excepción de pasillos, vestíbulos y servicios.

Alimentación de los servicios de seguridad

Proyectaremos un sistema de alimentación para los servicios de seguridad de tipo automática sin corte, dado que todo local de pública concurrencia requiere de modo obligado un sistema de alumbrado de emergencia.

Alumbrado de emergencia

Según el Reglamento la alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve, incluyendo dentro de esta el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento. Las iluminancias mínimas que indica el Reglamento para los diferentes sistemas de alumbrado de emergencia son los siguientes:

- *Alumbrado en rutas de evacuación: 1 lux*
- *Alumbrado junto a los equipos de protección contra incendios: 5 lux*
- *Alumbrado anti-pánico 0.5 lux*
- *Alumbrado en zonas de alto riesgo: 15 lux*

Según lo reglamentado los lugares del Centro Cívico en los que hay que resaltar la existencia de un sistema de alumbrado de emergencia serán los siguientes.

- En la sala de usos múltiples
- En los recorridos generales de evacuación (pasillos y vestíbulo)
- En el núcleo de aseos de cada planta
- Junto a equipos de protección individual
- En las salidas de emergencia y señales de seguridad reglamentaria
- En los cuadros de distribución del edificio

Prescripciones de carácter general

- El cuadro general de distribución se ubicará, en la sala de control, situada en planta baja.

Estos cuadros irán conectados con otros secundarios de distribución. Los locales donde se ubicarán dichos cuadros cumplirán las especificaciones materiales impuestas por la CPI-96.

- Tanto el cuadro general de distribución como los secundarios irán provistos de un dispositivo de mando y protección para cada una de las líneas de alimentación.

- La disminución de iluminación en la sala de usos múltiples no excederá la tercera parte en caso de avería de una de las líneas de alumbrado. Además estas líneas estarán protegidas contra sobrecargas y cortocircuitos.

- Los conductores aislados tendrán una tensión mínima de 450/1000V, con cubiertas de protección y colocados en los huecos de construcción previstos al efecto recubierto con materiales RF-120 como mínimo.

Circuito general de puesta a tierra de la instalación:

Al iniciarse las obras del edificio se pondrá en el fondo del terreno de cimentación a una profundidad no inferior a 50 cm, un cable rígido de cobre desnudo con sección mínima de 35 mm², formando un anillo cerrado exterior al perímetro del edificio. A este anillo se conectarán electrodos verticalmente alineados, hasta conseguir un valor mínimo de resistencia de tierra. Esta última dependerá de la naturaleza geológica del terreno, la humedad, la temperatura, salinidad y su profundidad y en ningún caso podrá ser superior a 13Ω

Tanto al conductor en anillo como a los electrodos se conectarán las armaduras metálicas que forman parte del hormigón armado. Estas conexiones se realizarán mediante soldadura autógena.

Se realizará una conexión equipotencial en cada planta entre todas las conducciones de distribución y desagüe de agua fría y caliente y climatización del edificio, las masas de conductos sanitarios metálicos, así como toda masa metálica que por cualquier circunstancia o avería pueda estar sometida a tensión, tales como marcos metálicos de ascensores, etc.

La conexión deberá ser segura y fiable.

Los conductores de protección de puesta a tierra y de conexión equipotencial deberán estar conectados entre sí.

La sección mínima estará de acuerdo a la MIE BT 017 para los conductos de protección y nunca será menor que el tramo situado aguas arriba.

Los puntos de puesta a tierra que se consideran serán los conductores de protección de la instalación, los tomas de corriente y masas metálicas de aseos y cocina, instalaciones de fontanería, grupos elevadores o de impulsión, y la caja general de protección. Para la antena colectiva de TV y FM, como medida de precaución, tendrá una toma de tierra exclusiva.

El valor de la resistividad del terreno supuesta es estimativo y no homogéneo. Deberá comprobarse el valor de la resistencia de puesta a tierra una vez realizada la instalación y proceder a las correcciones necesarias para obtener un valor aceptable si fuera preciso.

5.6.5 Cálculos generales y del subcuadro 1

Para desarrollar los cálculos de manera pormenorizada se ha elegido la sala de usos múltiples por ser una pieza singular del edificio y estar independizada mediante un subcuadro propio.

Cuadro general de mando y protección

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos\phi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos\phi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

cos φ = Coseno de φ. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N^o de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en m/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/R$$

$$R = R_{20}[1+\gamma (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max}-T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

R = Resistividad del conductor a la temperatura T.

R₂₀ = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

γ = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = 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).

Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

CASSETTE 1	2000 W
CASSETTE 2	2000 W
CASSETTE 3	2000 W
UTA 1	12700 W
UTA 2	12700 W
UTA 3	12700 W
UTA 4	12700 W
ASCENSOR	4750 W
SUBC. 1 - USOS MUL	10446 W
SUBC 2 - TALLER T1	5808 W
SUBC 3 - TALLER T2	4512 W
SUBC 4 - TALLER T3	3432 W
FUERZA INFORMATICA	1200 W
CONTROL	1800 W
AULA 1-2	1200 W
OFICINAS 1	1800 W
LIBRE	1300 W
OFICINAS 2	1800 W
FUERZA INFORMATICA	1000 W
ASEOS	1200 W
SECADORES	2500 W
PASILLOS	1200 W
AULA 3	1200 W
LIBRE	1200 W
AULA 4	1200 W
CONTROL	208 W
AULA A1	216 W
AULA A2	216 W
EMG. CONT., A1, A2	48 W
OFICINAS	856 W
VESTIBULO 0.4	350 W
PASILLO Y ESCALERA	670 W
SOTANO	320 W
LIBRE	250 W
AGRUP. EMERGENCIAS	68 W
ASEOS	520 W
ENTRADA 0.2	750 W
PATIO 0.1	866 W
PATIO 0.3	825 W
LIBRE	250 W
EMG. ASEO PASILLOS	56 W
AULA A3	360 W
AULA A4	440 W
ENTRADA TRASERA	156 W
EMG. A3, A4	32 W
AULA A5	480 W
ASEOS	520 W
LIBRE	250 W
EMG. A5 Y ASEOS	32 W
PASILLO	350 W
ESCALERA	320 W
LIBRE	250 W
EMG. PAS. Y ESCA	32 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 18589
- Potencia Instalada Fuerza (W): 95450
- Potencia Máxima Admisible (W): 98654.72

Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos ϕ : 0.8; X_u (m/m): 0;
- Potencia a instalar: 114039 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $12700 \times 1.25 + 78687.65 = 94562.65$ W.(Coef. de Simult.: 0.75)

$$I = 94562.65 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 170.62 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 224 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 140 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.01

$$e(\text{parcial}) = 1 \times 94562.65 / 46.6 \times 400 \times 95 = 0.05 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.01\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 200 A.

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 10 m; Cos ϕ : 0.8; X_u (m/m): 0;
- Potencia a instalar: 114039 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $12700 \times 1.25 + 78687.65 = 94562.65$ W.(Coef. de Simult.: 0.75)

$$I = 94562.65 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 170.62 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x70+TTx35mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 185 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 82.53

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 94562.65 / 44.62 \times 400 \times 70 = 0.76 \text{ V.} = 0.19 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.2\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 178 A.

Cálculo de la Línea: CLIMATIZACION 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 6000 W ϕ - Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $2000 \times 1.25 + 4000 = 6500$ W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 6500 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 11.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.36

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 6500 / (49.82 \times 400 \times 2.5) = 0.04$ V. = 0.01 %

$e(\text{total}) = 0.21\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: UTA 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 17 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 12700 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $12700 \times 1.25 = 15875$ W.

$$I = 15875 / (1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 28.64 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.04

$e(\text{parcial}) = 17 \times 15875 / (47.38 \times 400 \times 6 \times 1) = 2.37$ V. = 0.59 %

$e(\text{total}) = 0.8\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: SUBC. 1 - USOS MUL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 10446 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 10842.8 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 10842.8 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 19.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.93

$e(\text{parcial}) = 6 \times 10842.8 / 50.43 \times 400 \times 10 = 0.32 \text{ V.} = 0.08 \%$

$e(\text{total}) = 0.28\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 38 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 38 A.

SUBC. 1 - USOS MUL

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

FUERZA 1	1700 W
FUERZA 2	2200 W
FUERZA INFORMATICA	1000 W
LIBRE	1500 W
C. ALUMBRADO 1	750 W
C. ALUMBRADO 2	400 W
C. ALUMBRADO 3	600 W
C. ALUMBRADO 4	600 W
LIBRE	400 W
C. ALUMBRADO 5	600 W
C. ALUMBRADO 6	600 W
EMRGENCIAS	96 W
TOTAL....	10446 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 4046

- Potencia Instalada Fuerza (W): 6400

Cálculo de la Línea: FUERZA

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; Xu: 0;

- Potencia a instalar: 6400 W.

- Potencia de cálculo:

6400 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 6400 / 230 \times 0.8 = 34.78 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.68

$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 6400 / 47.59 \times 230 \times 6 = 0.06 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total}) = 0.31\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: FUERZA 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos ϕ : 0.8; Xu: 0;
- Potencia a instalar: 1700 W.
- Potencia de cálculo: 1700 W.

$$I=1700/230 \times 0.8=9.24 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.81

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 1700 / 50.45 \times 230 \times 2.5 = 1.76 \text{ V.} = 0.76 \%$$

$$e(\text{total})=1.07\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: FUERZA 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos ϕ : 0.8; Xu: 0;
- Potencia a instalar: 2200 W.
- Potencia de cálculo: 2200 W.

$$I=2200/230 \times 0.8=11.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.73

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 2200 / 49.76 \times 230 \times 2.5 = 1.54 \text{ V.} = 0.67 \%$$

$$e(\text{total})=0.98\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: FUERZA INFORMATICA

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos ϕ : 0.8; Xu: 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/230 \times 0.8=5.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 1000 / 51.14 \times 230 \times 2.5=1.02 \text{ V.}=0.44 \%$$

$$e(\text{total})=0.75\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 8 A.

Cálculo de la Línea: LIBRE

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos ϕ : 0.8; Xu: 0;

- Potencia a instalar: 1500 W.

- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I=1500/230 \times 0.8=8.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.52

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 1500 / 50.68 \times 230 \times 2.5=1.03 \text{ V.}=0.45 \%$$

$$e(\text{total})=0.76\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: ALUMBRADO

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; Xu: 0;

- Potencia a instalar: 1150 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1150 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=1150/230 \times 0.8=6.25 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.22

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1150 / 51.11 \times 230 \times 2.5=0.02 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=0.29\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: C. ALUMBRADO 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 7 m; Cos ϕ : 1; Xu: 0;
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
750 W.

$$I=750/230 \times 1=3.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.42

$$e(\text{parcial})=2 \times 7 \times 750 / 51.25 \times 230 \times 1.5=0.59 \text{ V.}=0.26 \%$$

$$e(\text{total})=0.55\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: C. ALUMBRADO 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos ϕ : 1; Xu: 0;
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
400 W.

$$I=400/230 \times 1=1.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.4

$$e(\text{parcial})=2 \times 8 \times 400 / 51.44 \times 230 \times 1.5=0.36 \text{ V.}=0.16 \%$$

$$e(\text{total})=0.45\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: ALUMBRADO

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; Xu: 0;

- Potencia a instalar: 1600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1920 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=1920/230 \times 0.8=10.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.4

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1920 / 50.89 \times 230 \times 4 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=0.29\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: C. ALUMBRADO 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 18 m; Cos φ: 1; Xu: 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
600 W.

$$I=600/230 \times 1=2.61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.91

$$e(\text{parcial})=2 \times 18 \times 600 / 51.35 \times 230 \times 1.5 = 1.22 \text{ V.} = 0.53 \%$$

$$e(\text{total})=0.82\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: C. ALUMBRADO 4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 18 m; Cos φ: 1; Xu: 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
600 W.

$$I=600/230 \times 1=2.61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.91

$e(\text{parcial})=2 \times 18 \times 600 / 51.35 \times 230 \times 1.5 = 1.22 \text{ V.} = 0.53 \%$

$e(\text{total})=0.82\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: LIBRE

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos ϕ : 1; Xu: 0;
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $400 \times 1.8 = 720 \text{ W.}$

$I=720/230 \times 1=3.13 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.31

$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 720 / 51.27 \times 230 \times 1.5 = 0.81 \text{ V.} = 0.35 \%$

$e(\text{total})=0.65\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: ALUMBRADO

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; Xu: 0;
- Potencia a instalar: 1296 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1372.8 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I=1372.8/230 \times 0.8=7.46 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.74

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1372.8 / 51.19 \times 230 \times 4 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=0.29\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: C. ALUMBRADO 5

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 18 m; Cos ϕ : 1; Xu: 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
600 W.

$$I=600/230 \times 1=2.61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y
 emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.91

$$e(\text{parcial})=2 \times 18 \times 600 / 51.35 \times 230 \times 1.5 = 1.22 \text{ V.} = 0.53 \%$$

$$e(\text{total})=0.82\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: C. ALUMBRADO 6

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos ϕ : 1; Xu: 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
600 W.

$$I=600/230 \times 1=2.61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y
 emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.91

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 600 / 51.35 \times 230 \times 1.5 = 1.02 \text{ V.} = 0.44 \%$$

$$e(\text{total})=0.73\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: EMRGENCIAS

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos ϕ : 1; Xu: 0;
- Potencia a instalar: 96 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $96 \times 1.8 = 172.8 \text{ W.}$

$$I=172.8/230 \times 1=0.75 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 12 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.08

$e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 172.8 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.49 \text{ V.} = 0.21 \%$

$e(\text{total}) = 0.5\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc Dimensiones(mm) (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	(%)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total Tubo,Canal,Band.
LINEA GENERAL ALIMENT.	94562.65				14x95+TTx50Cu	170.62	2240.01	0.01
	140							
DERIVACION IND.	94562.65	10	4x70+TTx35Cu	170.62	185	0.19	0.2	
CLIMATIZACION 1	6500	0.3	4x2.5Cu	11.73	21	0.01	0.21	
UTA 1	15875	17	4x6+TTx6Cu	28.64	32	0.59	0.8	25
SUBC. 1 - USOS MUL	10842.8	6	4x10+TTx10Cu	19.56	44	0.08	0.28	32

Subcuadro SUBC. 1 - USOS MUL

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc Dimensiones(mm) (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	(%)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total Tubo,Canal,Band.
FUERZA	6400	0.3	2x6+TTx6Cu	34.78	40	0.03	0.31	
FUERZA 1	1700		152x2.5+TTx2.5Cu	9.24	21	0.76	1.07	20
FUERZA 2	2200		102x2.5+TTx2.5Cu	11.96	21	0.67	0.98	20
FUERZA INFORMATICA	1000		152x2.5+TTx2.5Cu	5.43	21	0.44	0.75	20
LIBRE	1500		102x2.5+TTx2.5Cu	8.15	21	0.45	0.76	20
ALUMBRADO	1150		0.32x2.5+TTx2.5Cu	6.25	23	0.01	0.29	
C. ALUMBRADO 1	750		72x1.5+TTx1.5Cu	3.26	15	0.26	0.55	16
C. ALUMBRADO 2	400		82x1.5+TTx1.5Cu	1.74	15	0.16	0.45	16
ALUMBRADO	1920	0.3	2x4+TTx4Cu	10.43	31	0.01	0.29	
C. ALUMBRADO 3	600		182x1.5+TTx1.5Cu	2.61	15	0.53	0.82	16
C. ALUMBRADO 4	600		182x1.5+TTx1.5Cu	2.61	15	0.53	0.82	16
LIBRE	720		102x1.5+TTx1.5Cu	3.13	15	0.35	0.65	16
ALUMBRADO	1372.8	0.3	2x4Cu	7.46	31	0.01	0.29	
C. ALUMBRADO 5	600		182x1.5+TTx1.5Cu	2.61	15	0.53	0.82	16
C. ALUMBRADO 6	600		152x1.5+TTx1.5Cu	2.61	15	0.44	0.73	16
EMRGENCIAS	172.8	25	2x1.5Cu	0.75	15	0.21	0.5	12

6. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA CONTRA INCENDIOS, NBE- CPI- 96.

6.1. Objeto y ámbito de aplicación

En cumplimiento con lo establecido en la Norma Básica sobre Protección Contra Incendios en los edificios, NBE-CPI-96, han sido contempladas las exigencias sobre Condiciones Urbanísticas, Condiciones Generales del Edificio y los anejos relativos a Condiciones Particulares de los usos contenidos en el edificio proyectado.

La NBE-CPI-96 establece las condiciones que debe reunir un edificio para proteger a sus usuarios frente a los riesgos originados por un incendio, para prevenir daños en los edificios o establecimientos próximos y para facilitar la intervención de los bomberos y de los equipos de rescate, teniendo en cuenta su seguridad. Esta norma no incluye entre sus hipótesis de riesgo la de un incendio de origen intencional.

Esta norma básica debe aplicarse al proyecto de Centro Cívico sito en plaza Aliatar, ya que se trata de un edificio de obra nueva, atendiendo a la clasificación que hace la norma.

En el edificio se dan los siguientes usos, según la clasificación dada por la norma:

- Uso docente: aulas y talleres en plantas baja y primera.
- Uso administrativo: oficinas en planta baja.

Uso administrativo. Se considera que un edificio es de uso administrativo cuando en él se desarrollan actividades de gestión o de servicios, en cualquiera de sus modalidades. También se consideran de este uso los establecimientos destinados a otras actividades, cuando sus características constructivas y funcionales, el riesgo derivado de la actividad y las características de los ocupantes se puedan asimilar a este uso mejor que a cualquier otro.

Uso docente. Se considera que un establecimiento es de uso docente cuando en él se desarrolla esta actividad en cualquiera de sus niveles: escuelas infantiles, centros de enseñanza primaria, secundaria, universitaria o formación profesional. A los efectos de cumplimiento de esta normativa, el salón de actos, situado en planta baja, se considerará de uso docente puesto que es el que mejor se le puede asimilar debido al uso que se espera de él.

6.2. Compartimentación, evacuación y señalización.

El contenido de este capítulo establece las condiciones que debe satisfacer el diseño general del edificio para garantizar el confinamiento y control de un incendio y facilitar la evacuación de los ocupantes. Sus prescripciones se complementan con las del capítulo siguiente, que establece los requisitos de comportamiento ante el fuego de los elementos constructivos.

6.2.1. Compartimentación en sectores de incendio.

Los edificios y los establecimientos estarán compartimentados en sectores de incendios, mediante elementos cuya resistencia al fuego se establece en el art. 15, de tal forma que cada uno de dichos sectores de incendios tenga una superficie construida menor que 2500 m².

Las limitaciones al tamaño de los sectores de incendios dados en la norma básica podrán duplicarse cuando todo el sector esté protegido con una instalación de rociadores automáticos de agua.

Se establecen que todo el edificio será un único sector de incendios puesto que su superficie construida total no supera los 2500 m². Por otro lado, no existen en el edificio establecimientos ni locales que deban constituirse por sí mismos como sectores de incendios.

6.2.2. Restricciones a la ocupación.

Aquellas zonas en las que todos los recorridos de evacuación precisen salvar en sentido ascendente una altura mayor que 4 m, bien en la totalidad del recorrido de evacuación hasta el espacio exterior, o bien en alguno de sus tramos, no podrán destinarse a permanencia habitual de personas, salvo cuando estas estén vinculadas a puestos de trabajo destinados a mantenimiento o a control de servicios.

Según esto no existe ningún tipo de restricción a la ocupación, ya que no existen recorridos de evacuación que precisen salvar en sentido ascendente una altura de 4 metros.

6.2.3. Cálculo de la ocupación.

En el dimensionamiento de los elementos de evacuación se tienen en cuenta los niveles de ocupación establecidos por la NBE-CPI-96.

Dado que no es realista la hipótesis de una distribución uniforme de la ocupación se tiene en cuenta la ocupación correspondiente a cada uno de los usos específicos de cada zona.

–Una persona por cada 1 m² en salones de uso múltiple en hoteles, edificios de congresos, etc.

–Una persona por cada 5 m² en locales docentes diferentes de aulas, tales como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc.

–Una persona por cada 2 m² en salas de espera, bibliotecas, exposiciones, vestíbulos, camerinos y otras dependencias similares y anejas a salas de espectáculo y de reunión.

–Una persona por cada 10 m² en zonas destinadas a uso administrativo

–Una persona por cada 40 m² en archivos, almacenes y garajes.

CUADRO DE OCUPACIÓN POR USOS Y SUPERFICIES

Localización	Densidad	Superficie (m ²)	Ocupación
Salón de actos	1persona/1m ²	143.64 m ²	144
Sala auxiliar	1persona/10m ²	10.07	2
Talleres pl.baja	1persona/5m ²	136.61 m ²	28
Talleres pl.primera	1persona/5m ²	159.22	32
Aulas pl.baja	1persona/2m ²	52.63 m ²	27
Aulas pl.primera	1persona/5m ²	169.07 m ²	34
Administración	1persona/10m ²	68.40 m ²	7
Archivo	1persona/40m ²	15.30 m ²	2
Control	1persona/10m ²	13.60 m ²	2

6.2.4. Evacuación

-Origen de evacuación: todo punto ocupable, excepto vestuarios y todos los recintos cuya superficie sea inferior a 50 m^2 , en los que se considera la puerta como el punto origen de la evacuación.

-Recorridos de evacuación: la longitud de los recorridos de evacuación por pasillos, rampas y escaleras se medirá sobre ejes.

-Altura de evacuación: la mayor altura de evacuación que se da en el edificio es la correspondiente a planta primera, que es de 3.96 m.

Salidas

En el art. 7.2 de la NBE CPI 96 se definen las condiciones que deben cumplir los recintos, las plantas y el edificio en su conjunto con respecto al número y disposición de salidas.

En vista de ello, el único recinto que debe disponer de dos salidas es el salón de actos, que tiene una ocupación de 144 personas. Para ello se han previsto, por un lado, la salida al vestíbulo que comunica directamente con la salida principal a plaza Aliatar y, mediante un pasillo, con la salida secundaria a c/ San Buenaventura (ambas con recorrido inferior a 50 metros; y, por otro lado, la salida al patio principal del edificio que tiene la consideración de salida del edificio a un espacio exterior seguro puesto que cuenta con una superficie suficiente para contener a los ocupantes del recinto, a razón de 0.50 m^2 por persona, dentro del mismo, (la distancia máxima que se puede medir dentro del patio es de 15 m). Esto se cumple ya que el patio tiene una superficie de 83.30 m^2 , con lo cual se pueden contener hasta 166 personas y el salón de actos tiene una ocupación de 144 personas.

En cuanto a las salidas de planta, se considerará que no existe ninguna en la planta primera, ya que el vestíbulo principal es a doble altura y comunica todos los recorridos verticalmente, entendiéndose de este como que todo es un único recinto. No obstante, se considerará salida de planta la de sótano, puesto que están independizados los espacios por puertas.

En virtud del mencionado artículo, las dos plantas principales del edificio (baja y primera) deben tener dos salidas ya que tienen una ocupación superior a 100 personas. Además, las salidas cumplen las siguientes tres condiciones establecidas:

- La longitud del recorrido desde todo origen de evacuación hasta alguna de salida será menor que 50 m. La longitud desde todo punto ocupable hasta una salida del edificio, incluso los espacios situados en planta primera y sótano, es menor que 50 m.

- La longitud del recorrido desde todo origen de evacuación hasta algún punto desde el que partan al menos dos recorridos alternativos hacia sendas salidas, no será mayor que 25 m.

- Si la altura de evacuación de una planta es mayor que 28 m o si más de 50 personas precisan salvar en sentido ascendente una altura de evacuación mayor que 2 m, al menos dos salidas de planta conducirán a dos escaleras diferentes.

Escaleras y aparatos elevadores

No existen escaleras protegidas ni especialmente protegidas en el edificio, en virtud del art. 7.3 de la NBE CPI 96. De igual manera, el ascensor no tendrá ningún requisito en cuanto a resistencia al fuego, puesto que no sirve a sectores de incendio diferentes.

Dimensionado

Los elementos de evacuación tienen las siguientes dimensiones, cumpliendo con el art. 7.4 de la norma:

Elemento	Ocupación asignada	Dimensión	Dimensión mínima
Escaleras	117 (pl.primera)	1.27 m	1.20 m.*
Pasillos	300	1.50 m, 2.10 m	1.50 m.
Salidas edificio	300	2.10 m, 4.20 m	1.50 m.
Puertas salón de actos	144	2.30 m, 4.20 m	0.80 m.

* *Uso Docente: la anchura libre de las escaleras o pasillos, previstos como recorridos de evacuación será 1.20 m, como mínimo, exceptos en centros de enseñanza universitaria en los que será de 1.50 m, como mínimo.*

6.2.5. Características de puertas y pasillos

Las puertas de salida son abatibles con eje de giro vertical y fácilmente operables. Las puertas previstas para evacuación de más de 100 personas se abren en el sentido de la evacuación. Ninguna puerta de recinto de ocupación no nula abre de tal forma que invada superficies de evacuación, tales como pasillos o mesetas de escalera. Los pasillos carecerán de obstáculos que reduzcan el ancho de evacuación o dificulten la misma.

6.2.6. Características de las escaleras

Las escaleras no salvan en ninguno de los tramos más de 3.20 m. La dimensión de las mesetas intermedias en el sentido de la evacuación es, al menos, de 1 m. Las contrahuellas miden 18 cm y las huellas 30 cm. De igual manera se cumple la siguiente relación:

$$60 \leq 2c + h \rightarrow 60 < (2 \times 18) + 30$$

En todas las escaleras, los peldaños carecen de bocel.

Se dispondrán pasamanos en ambos lados de la escalera.

6.2.7. Señalización e iluminación

Se señalarán las salidas de todos los recintos, así como los recorridos más cortos de evacuación hasta una de las salidas del edificio, mediante las señales definidas por la norma UNE 23 034.

Se situarán señales indicativas de dirección en los recorridos que deben seguirse desde todo origen de evacuación hasta un punto desde el que sea visible la salida.

Igualmente se señalarán los medios de protección contra incendios de utilización manual. Las señales serán definidas por la norma UNE 23 033 y su tamaño será el indicado en la norma UNE 81 501.

En los recorridos de evacuación, la instalación de alumbrado normal debe proporcionar, al menos, los mismos niveles de iluminación que se establecen en el artículo 21 de la CPI-96 para la instalación de alumbrado de emergencia.

Las señales especificadas serán visibles, incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Para ello, dispondrán de fuentes luminosas incorporadas externa o internamente a las propias señales, o bien serán auto-luminiscentes, en cuyo caso, sus características de emisión luminosa deberán cumplir lo establecido en la norma UNE 23 035 Parte 1.

6.3. Comportamiento ante el fuego de los elementos constructivos y materiales

Estas prescripciones están dirigidas a garantizar la estabilidad del edificio y a limitar el desarrollo de un posible incendio.

6.3.1. Estabilidad ante el fuego exigida a la estructura

–El forjado de suelo de planta primera y el de cubierta, junto con las vigas, los soportes y los tramos de escaleras correspondientes, tendrán como mínimo una estabilidad al fuego EF-60

–El forjado de suelo de planta baja, junto con las vigas, los soportes y los tramos de escaleras correspondientes, tendrán como mínimo una estabilidad al fuego EF-120

–Se emplearán revestimientos intumescentes aplicados en la estructura y materiales de comportamiento adecuado a las exigencias, permitiendo asegurar la capacidad y estabilidad al fuego de los distintos elementos constructivos.

6.3.2. Estabilidad ante el fuego exigida a los elementos constructivos

En vista del art. 15 de la NBE CPI 96, no será de aplicación al presente edificio, puesto que no hay diferentes sectores de incendios, medianerías, viviendas ni escaleras o pasillos protegidos.

6.3.3. Condiciones exigibles a los materiales

Todos los materiales utilizados como revestimientos o acabado superficial en pasillos, escaleras y en las zonas por las que discurran los recorridos de evacuación serán del siguiente tipo o uno más favorable:

- Revestimiento de suelos: M3
- Revestimiento de paredes y techos: M2

Cuando un material que constituya una capa contenida en el interior de un suelo, pared o techo sea de una clase más desfavorable que la exigida al revestimiento de dichos materiales, la capa o conjunto de capas situadas entre este material y el revestimiento serán como mínimo RF-30

Los materiales situados en el interior de falsos techos o suelos elevados, tanto los utilizados para aislamiento térmico y acondicionamiento acústico, como los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado y ventilación, deben pertenecer a la clase M1 o a una más favorable.

6.4. Instalaciones generales y locales de riesgo especial

Se establecen las condiciones dirigidas a evitar que las instalaciones generales propaguen un incendio, así como a confinar su desarrollo cuando se haya iniciado en alguno de sus equipos.

6.4.1. Instalaciones y servicios generales del edificio

Los pasos de tuberías y conductos a través de un elemento constructivo no reducen su resistencia al fuego, pues cumplen la siguiente condiciones establecida en la norma básica: En tuberías y conductos, sus recubrimientos o protecciones y los elementos delimitadores de las cámaras que los contienen poseen una

resistencia al fuego al menos igual a la mitad que el elemento constructivo atravesado

Las instalaciones centralizadas de climatización y ventilación previstas para el tratamiento de un volumen de aire mayor que 10000 m³/h cumplirán las siguientes características:

–Los materiales constitutivos de conductos, su aislamiento y accesorios serán tipo M1 como mínimo.

–Las compuertas cortafuego instaladas en conductos como anteriormente se ha señalado, deben funcionar automáticamente cuando la T^a alcance 70 °C, o se produzca un incremento de más de 30 °C sobre la T^a de servicio, o bien ante la presencia de humos en el conducto; admitirán maniobra manual, poseerán indicador exterior de posición y su funcionamiento quedará indicado de forma visual y acústica.

–En los pasillos de evacuación, el material que constituye las cajas en las que se alojan y el que constituye deben ser de clase M0 y M1 respectivamente.

6.4.2. Locales y zonas de riesgo especial

No existen en el edificio locales o zonas de riesgo especial. Los locales que alberguen equipos regulados por reglamentos específicos, tales como transformadores, maquinaria de aparatos elevadores, calderas, depósitos de combustible líquido, contadores de gas, etc., se rigen por las condiciones que se establecen en dichos reglamentos.

6.5. Instalaciones de protección contra incendios

Este punto establece las dotaciones mínimas de instalaciones de protección contra incendios con que se debe dotar a ambos edificios.

6.5.1. Instalaciones de detección, alarma y extinción de incendios

Se instalarán extintores de eficacia 21A-113B de tal forma que puedan ser utilizados de manera rápida y fácil; se situarán en los paramentos de forma que el extremo superior del extintor se encuentre a una altura sobre el suelo menor que 1.70 m. Los extintores se instalarán de modo que el recorrido real desde cualquier origen de evacuación hasta un extintor no supere los 15 m.

En virtud de los artículos 20.2, 20.3 y 20.4 de la NBE CPI 96, no será necesario instalar columnas secas, bocas de incendio equipadas ni instalación de detección y alarma.

Por el contrario, será necesaria una instalación de alarma. Esta instalación hace posible la transmisión de una señal de alarma a los ocupantes del edificio, activándose desde lugares de acceso restringido, para que únicamente puedan ponerla en funcionamiento las personas que tengan esta responsabilidad. Se dispondrán detectores automáticos térmicos en todas las zonas del edificio. Los equipos de control y señalización dispondrán de un dispositivo que permita la activación tanto manualmente como automática de los sistemas de alarma. Estará situado en zona de control y en las oficinas de administración.

6.5.2. Instalación de alumbrado de emergencia

Se preverá la instalación de alumbrado de emergencia en los recorridos generales de evacuación, así como en el salón de actos ya que tiene una ocupación superior a 100 personas.

La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal, entendiéndose por fallo el descenso en la tensión de alimentación por debajo del 70% del valor normal.

La instalación cumplirá las condiciones de servicio durante 1 hora como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación y de 5 lux en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan la utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado. La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.

7. ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

7.1. Justificación del cumplimiento de la NBE CA 88

7.1.1. Generalidades

La NBE CA 88 establece las condiciones acústicas mínimas exigibles a los edificios, adecuadas al uso a actividad de sus ocupantes.

Esta norma básica debe aplicarse al proyecto de Centro Cívico sito en plaza Aliatar, ya que se trata de un edificio de obra nueva, atendiendo a la clasificación que hace la norma.

En el edificio se dan los siguientes usos, según la clasificación dada por la norma:

- Uso docente: aulas y talleres en plantas baja y primera.
- Uso administrativo: oficinas en planta baja.

Los edificios quedan caracterizados acústicamente por el aislamiento acústico que en cada caso se defina, de todos y cada uno de los elementos verticales y horizontales que conforman los distintos espacios interiores habitables.

Las instalaciones se caracterizarán por los niveles de ruido y vibraciones que produzcan en las zonas del edificio bajo su influencia

7.1.2. Condiciones exigibles a los elementos constructivos

- Paredes separadoras de propiedades o usuarios distintos

En virtud del art. 11 de la NBE CA 88, los elementos constructivos de las paredes separadoras de aulas en edificios de uso docente deben tener un aislamiento mínimo a ruido aéreo de 45 dBA.

Dichas particiones están resueltas con tabicón de ladrillo perforado, de 15 cm de espesor, y enlucido por ambas caras. El aislamiento acústico que proporciona el simple tabicón es, según el apéndice 3 de la norma, de:

$$R = 46 \text{ dBA} > 45 \text{ dBA}$$

- Paredes separadoras de zonas comunes interiores

En virtud del art. 12 de la norma, las paredes que separan las aulas de las zonas comunes del edificio, deberán tener un aislamiento mínimo a ruido aéreo de 45 dBA.

De igual manera que en el epígrafe anterior, estas particiones están resueltas con tabicón de ladrillo perforado, de 15 cm de espesor y enlucido por ambas caras, con lo que sólo el aislamiento acústico proporcionado por este elemento es suficiente:

$$R = 46 \text{ dBA} > 45 \text{ dBA}$$

- Fachadas

El aislamiento acústico global mínimo a ruido aéreo a_g exigible a estos elementos constructivos en cada local de reposo se fija en 30 dBA. Para el cálculo

del a_g hay que tener en cuenta, por un lado, el aislamiento proporcionado por el cerramiento opaco y, por otro, el proporcionado por las ventanas. Se relacionan de la siguiente manera:

$$a_g = 10 \log \frac{S_c + S_v}{\frac{S_c}{10^{a_c/10}} + \frac{S_v}{10^{a_v/10}}}$$

Estudiemos tres casos concretos y significativos del edificio, donde las ventanas constituyen paños grandes de fachada:

- Sala usos múltiples (planta baja, doble altura)

$$S_v = 37.4 \text{ m}^2$$

$$S_c = 265.4 \text{ m}^2$$

$$a_c = 46 \text{ dBA (contando únicamente con el tabicón)}$$

$$a_v = 29 \text{ dBA (vidrio doble, 6+6+6, clase de carpintería A2)}$$

$$a_{g1} = 10 \log \frac{265.4 + 37.4}{6.66^{-3} + 0.047} = 10 \log 5642.24 = 37.5 > 30 \text{ dBA}$$

Taller T3 (planta primera):

$$S_v = 31.5 \text{ m}^2$$

$$S_c = 53.7 \text{ m}^2$$

$$a_c = 46 \text{ dBA (contando únicamente con el tabicón)}$$

$$a_v = 29 \text{ dBA (vidrio doble, 6+6+6, clase de carpintería A2)}$$

$$a_{g1} = 10 \log \frac{53.7 + 31.5}{1.35^{-3} + 0.039} = 10 \log 2111.52 = 33.2 > 30 \text{ dBA}$$

Aula A5 (planta primera):

$$S_v = 18.9 \text{ m}^2$$

$$S_c = 54 \text{ m}^2$$

$$a_c = 46 \text{ dBA (contando únicamente con el tabicón)}$$

$$a_v = 29 \text{ dBA (vidrio doble, 6+6+6, clase de carpintería A2)}$$

$$a_{g1} = 10 \log \frac{54 + 18.9}{1.35^{-3} + 0.024} = 10 \log 2111.52 = 34.5 > 30 \text{ dBA}$$

Por tanto, tres espacios significativos del edificio cumplen sobradamente el aislamiento a ruido aéreo.

- *Elementos horizontales de separación de propiedades o usuarios distintos*

El aislamiento mínimo a ruido aéreo R exigible a estos elementos constructivos se fija en 45 dBA. El nivel de ruido de impacto normalizado L_N en el espacio subyacente no será superior a 80 dBA.

El forjado tipo utilizado en el edificio que más se asemeja a los tabulados en el apéndice 3 de la norma es el reticular de hormigón armado sin bovedilla de 300 mm de espesor y masa unitaria de 320 kg/m². Este forjado proporciona 55 dBA de aislamiento a ruido aéreo (>45 dBA) y un nivel de ruido de impacto de 80 dBA, en

ambos casos considerando como pavimento la baldosa sobre mortero. Se puede considerar una mejora de aislamiento a ruido de impacto de 10 dBA por el falso techo flotante, con lo cual los forjados cumplen ambas exigencias.

- Cubiertas

El aislamiento mínimo a ruido aéreo R exigible a estos elementos constructivos se fija en 45 dBA. En azoteas transitables, el nivel de ruido de impacto normalizado L_N en el espacio subyacente no será superior a 80 dBA.

Puesto que en el apéndice 3 se indica que las cubiertas se tratarán como los forjados y se ha comprobado que estos cumplen perfectamente, tanto a ruido de impacto como a ruido aéreo, y dado que los forjados utilizados tienen las mismas características, las cubiertas cumplen la normativa.

- Equipos comunitarios

Los equipos del edificio están instalados en planta sótano y planta cubierta. La separación con espacios habitables es mediante forjados con aislamiento a ruido aéreo de 55 dBA, con lo que cumplen con el art. 17.1 de la norma.

No obstante, siguiendo la recomendación de la norma, los equipos situados en cubierta se instalarán sobre bancada aislada de la estructura del edificio mediante amortiguadores. La conexión de los equipos con las canalizaciones se realizará mediante dispositivos antivibratorios.

- Canalizaciones hidráulicas y conductos de aire

Su trazado se realiza en general por zonas que requieren pocas exigencias acústicas: por falsos techos situados en las zonas de circulación y por huecos de instalaciones del núcleo servidor del edificio.

7.2. Acondicionamiento acústico

7.2.1. Aulas y talleres

Los espacios destinados a aulas y talleres son de tamaño bastante reducido como para realizar un exhaustivo estudio acústico. Resulta suficiente con establecer los niveles de ruido de fondo.

El ruido de fondo puede venir provocado por las instalaciones del edificio (de climatización, eléctricas, hidráulicas) o provenir del exterior. Por un lado, tanto las aulas como los talleres están correctamente aisladas del exterior, tal como se demuestra en la "justificación de la NBE CA 88". Por otro lado, se establece como ruido de fondo el definido por la curva NC-20, que es adecuado para aulas. Ello tiene una equivalencia de aproximadamente 35 dBA, valor que se exigirán para las diversas instalaciones a la hora de su puesta en obra.

7.2.2. Sala de usos múltiples

Resulta ser el espacio más interesante desde el punto de vista acústico, por lo que se realizará un estudio detallado.

- Función de la sala

Para definir las condiciones acústicas del local es imprescindible definir cuáles son las exigencias que se le van a imponer. Para ello, es necesario entender la función del edificio: un centro cívico es un edificio destinado a cubrir determinadas demandas o necesidades sociales y culturales de un barrio. La sala de usos múltiples de este edificio es la pieza más representativa del edificio. Desde este punto de vista, la sala en cuestión debe dar respuesta a muy diversas situaciones de índole social (bailes, conciertos, recepciones), deportiva (entregas de premios, convocatorias...), cultural (exposiciones, conferencias, ciclos...), etc. En vista de eso, la sala se debe entender acústicamente como una sala polivalente, preparada igualmente para la palabra y para la música.

- Cálculo

- Absorción total A_{tot}

Falso techo: Se realizará con un sistema de paneles de madera perforados de madera, acústicamente transparentes, revestidos por el dorso con un velo de protección de caída de polvo. Por encima de las placas se colocan planchas de poliuretano absorben suministrado en rollos, de espesor 6 mm y densidad media 30 Kg/m³. Para determinar la absorción acústica tomaremos los valores en las bandas de frecuencia de 500 y 1000 Hz, puesto que son las más representativas.

$$A_{T,500} = S_T \cdot \alpha_{T,500}$$

$$A_{T,500} = 125.5 \cdot 0.25 = 31.37$$

$$A_{T,1000} = S_T \cdot \alpha_{T,1000}$$

$$A_{T,1000} = 125.5 \cdot 0.42 = 52.7$$

Parte alta de las paredes: Se sitúa 3 metros por encima del nivel del suelo y se puede considerar que llega hasta la altura del falso techo, a 6 metros de altura. Reviste tres de las cuatro paredes de la sala. Estará compuesta de un sencillo enlucido de yeso sobre tabicón de ladrillo perforado.

$$A_{Y,500} = S_Y \cdot \alpha_{P,500}$$

$$A_{Y,500} = 100.5 \cdot 0.02 = 2.01$$

$$A_{Y,1000} = S_Y \cdot \alpha_{Y,1000}$$

$$A_{Y,1000} = 100.5 \cdot 0.03 = 3.01$$

Cortinas: Se dispondrá una cortina opaca de color negro, plegada al 180% en la ventana que da al patio principal para poder tener un fácil control lumínico.

$$A_{C,500} = S_C \cdot \alpha_{C,500}$$

$$A_{C,500} = 21.4 \cdot 0.63 = 13.27$$

$$A_{C,1000} = S_C \cdot \alpha_{C,1000}$$

$$A_{C,1000} = 21.4 \cdot 0.6 = 12.84$$

Personas: Se considera una ocupación relativamente alta de la sala. En el caso de que hubiera más personas, la absorción aumentaría. En caso contrario, decrecería.

$$A_{P,500} = S_P \cdot \alpha_{P,500}$$

$$A_{P,500} = 90 \cdot 0.59 = 53.1$$

$$A_{P,1000} = S_P \cdot \alpha_{P,1000}$$

$$A_{P,1000} = 90 \cdot 0.98 = 88.2$$

- Tiempo de reverberación

Se han calculado las absorciones de los diferentes elementos. A continuación se calcula el tiempo de reverberación mediante la fórmula de Sabine:

$$\begin{aligned}T_{R,500} &= 0.161 \cdot V / A_{\text{tot},500} \\T_{R,500} &= 0.161 \cdot 855.6 / (31.37+2.01+ 13.27+53.1) \\T_{R,500} &= 1.38 \text{ s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T_{R,1000} &= 0.161 \cdot V / A_{\text{tot},1000} \\T_{R,1000} &= 0.161 \cdot 855.6 / (52.7+3.01+12.84+88.2) \\T_{R,1000} &= 0.87 \text{ s}\end{aligned}$$

El tiempo de reverberación adecuado para la palabra está entre 0.7 y 1 segundos. Para la música, este valor asciende hasta 1.3 – 1.7 segundos. Para salas multiusos como esta, el valor apropiado está entre 1.0 y 1.5 segundos. El valor de referencia se obtiene como media aritmética de los dos conseguidos:

$$T_{R,\text{mid}} = (1.38+0.87) / 2 = 1.12 \text{ s}$$

, valor que resulta ser adecuado a las exigencias auto impuestas.

- Inteligibilidad de la palabra % AL Cons:

$$L_D - L_R = 10 \log \left(\frac{Q \cdot R}{r^2} \right), \text{ siendo}$$

Q = factor de directividad de la fuente sonora (Q=2 para personas)

$$R = \text{constante de la sala} = \frac{S_t \cdot a_{\text{mid}}}{1 - a_{\text{mid}}} = \frac{1441 \cdot 0.094}{1 - 0.094} = 149.5$$

r = distancia del punto considerado a la fuente sonora

$$L_D - L_R = 10 \log \left(\frac{2 \cdot 149.5}{13.5^2} \right) = 2.15$$

El valor de % AL Cons para su correspondiente tiempo de reverberación es inferior a 1, con lo que la inteligibilidad de la palabra será excelente.

Con estos parámetros se puede concluir que la acústica de la sala es adecuada a los fines para los que está prevista.

8. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA DE ACCESIBILIDAD Y ELIMINACIÓN DE BARRERAS ARQUITECTÓNICAS

Se cumplirá la "Ordenanza Municipal para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas, del transporte y de la comunicación" de la ciudad de Granada. Se atenderá en concreto al TÍTULO TERCERO que se refiere a edificios, establecimientos e instalaciones.

Servicios e instalaciones

Los mostradores y ventanillas de atención e información al público se encuentran a una altura inferior a 1.10 metros y contarán con un tramo de al menos 1 metro de longitud, que carezca de obstáculos en su parte inferior y con una altura comprendida entre 70 y 80 cm.

Existe en cada planta un aseo de uso público en el que se puede inscribir una circunferencia de 1.5 m de diámetro. El acceso frontal al lavabo es sencillo no existiendo obstáculos en su parte inferior. El inodoro irá provisto de unas barras abatibles.

Acceso desde el espacio exterior

Uno de los accesos (el de calle San Buenaventura) está completamente desprovisto de barreras arquitectónicas, ya que se accede a nivel de calle, con una anchura libre de puerta de 1.97 metros.

Vestíbulos y pasillos

El único vestíbulo del edificio tiene unas dimensiones tales que se puede inscribir una circunferencia de 1.5 m de diámetro. La anchura libre mínima del pasillo más estrecho es de 1.5 m que es superior a los 1.2 m exigidos.

Huecos de paso

La anchura de todos los huecos de paso en zonas de uso público, así como la de las puertas de entrada al edificio es mayor que 0.80 m. Las salidas (ambas de emergencia) tienen un ancho libre superior a 1 m.

Escaleras

Las escaleras son de directriz recta. La dimensión de las huellas es de 30 cm que es mayor que los 29 cm exigidos. Las contrahuellas son de 18 cm, inferiores a los 18.5 cm exigidos. La longitud libre de los peldaños es de 1.25 cm, mayor que los 1.20 metros reglamentados. Se dispondrán pasamanos a ambos lados de la escalera. Las mesetas tienen un fondo mínimo de 1.20 metros.

Ascensor

El ascensor está perfectamente adaptado a las exigencias de accesibilidad y eliminación de barreras arquitectónicas, en cuanto a dimensiones de la cabina y hueco de acceso. El resto de complementos se tendrán en cuenta a la hora de seleccionar el ascensor.

9. MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

A continuación se detallan por partidas las mediciones y presupuestos de la sala de usos múltiples, ya que se considera la de mayor interés y la más representativa.