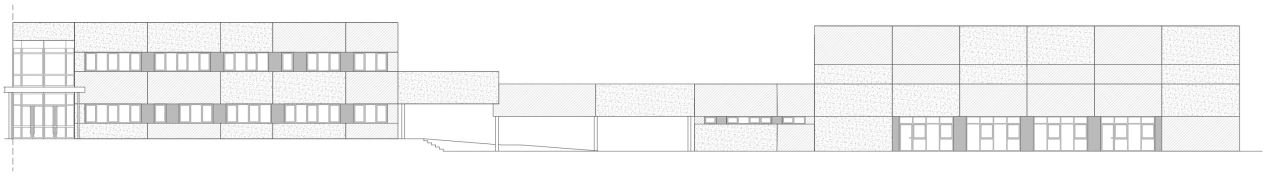
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE LA AMPLIACIÓN DE

# 4 AULAS DE ESO, AULAS ESPECÍFICAS Y GIMNASIO EN EL IES LOECHES



Dirección General
de Infraestructuras y Servicios
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN
E INVESTIGACIÓN

**Comunidad de Madrid**

SITUACIÓN

CALLE TOMILLO C/V AVDA. DEL MONTE
28890 LOECHES (MADRID)

PROPIEDAD

D.G. INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN
c/ Santa Hortensia, 30. 28002. Madrid

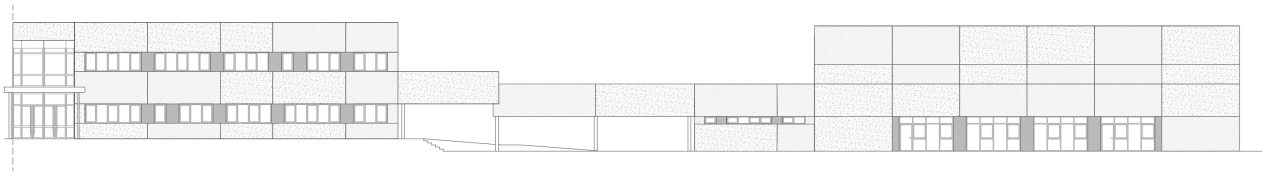
ARQUITECTOS

ALDARA ZULETA DEL RIVERO
JAIME MARTÍNEZ DE UBAGO DE LIÑÁN

TOMO I (PARTE 2/2)

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE LA AMPLIACIÓN DE

# 4 AULAS DE ESO, AULAS ESPECÍFICAS Y GIMNASIO EN EL IES LOECHES



Dirección General
de Infraestructuras y Servicios
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN
E INVESTIGACIÓN

**Comunidad de Madrid**

SITUACIÓN

CALLE TOMILLO C/V AVDA. DEL MONTE
28890 LOECHES (MADRID)

PROPIEDAD

D.G. INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN
c/ Santa Hortensia, 30. 28002. Madrid

ARQUITECTOS

ALDARA ZULETA DEL RIVERO
JAIME MARTÍNEZ DE UBAGO DE LIÑÁN

## AM2. CÁLCULO DE INSTALACIONES

ÍNDICE

**INTRODUCCIÓN ..... 4**

**IC. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN ..... 5**
IC1. REQUISITOS DE DISEÑO ..... 5
IC2. ANÁLISIS DE SOLUCIONES ..... 5
IC3. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ..... 6
IC4. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN ..... 6
IC5. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS A INCORPORAR ..... 20
IC6. EJECUCIÓN, PRUEBAS Y CONTROLES ..... 20
IC7. ANEJO. DETALLE CARGAS CALEFACCIÓN EDIFICIO DE AULAS Y GIMNASIO ..... 21

**IG. INSTALACIÓN DE GAS ..... 57**
IG1. REQUISITOS DE DISEÑO ..... 57
IG2. ANÁLISIS DE SOLUCIONES ..... 57
IG3. DISEÑO ..... 57
IG4. DIMENSIONADO ..... 60
IG5. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS A INCORPORAR ..... 63
IG6. EJECUCIÓN Y PRUEBAS PARA LA ENTREGA DE LA INSTALACIÓN ..... 63

**IV. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN ..... 64**
IV1. REQUISITOS DE DISEÑO ..... 64
IV2. ANÁLISIS DE SOLUCIONES ..... 64
IV3. DISEÑO ..... 64
IV4. DIMENSIONADO ..... 64
IV5. EJECUCIÓN, PRUEBAS Y CONTROLES ..... 71

**IE. INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN ..... 73**
IE1. REQUISITOS DE DISEÑO ..... 73
IE2. MEMORIA DE CÁLCULO ..... 74
IE3. PRUEBAS Y CONTROLES ..... 96
IE4. HE3 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN ..... 96
IE5. SUA4 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADA ..... 113
IE6. ALUMBRADO EXTERIOR ..... 115

**ID. INSTALACIÓN DE COMUNICACIONES ..... 129**
ID1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURA DE UN S.C.E. ..... 129
ID2. TECNOLOGÍA EN EL MEDIO DE TRANSMISIÓN ..... 130
ID3. CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA RED ..... 131
ID4. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS BÁSICOS DE LA INSTALACIÓN ..... 134
ID5. INFRAESTRUCTURA DE CANALIZACIÓN ..... 134

**IF. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA ..... 137**
IF1. REQUISITOS DE DISEÑO ..... 137
IF2. ANÁLISIS DE SOLUCIONES ..... 137
IF3. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ..... 137
IF4. DIMENSIONADO ..... 138
IF5. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS A INCORPORAR ..... 153
IF6. EJECUCIÓN, PRUEBAS Y CONTROLES ..... 153

**IR. INSTALACIÓN DE RIEGO ..... 155**
IR1. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ..... 155
IR2. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN ..... 155
IR3. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS A INCORPORAR ..... 155
IR4. EJECUCIÓN, PRUEBAS Y CONTROLES ..... 155

**IS. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO ..... 157**
IS1. REQUISITOS DE DISEÑO ..... 157
IS2. ANÁLISIS DE SOLUCIONES ..... 157
IS3. DISEÑO ..... 157
IS4. DIMENSIONADO ..... 157

IS5. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS A INCORPORAR ..... 162
IS6. EJECUCIÓN, PRUEBAS Y CONTROLES ..... 163

**PCI. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS ..... 165**
PCI 1. REQUISITOS DE DISEÑO ..... 165
PCI 2. ANÁLISIS DE SOLUCIONES ..... 165
PCI 3. DISEÑO ..... 165
PCI 4. DIMENSIONADO ..... 168
PCI 5. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS A INCORPORAR ..... 170
PCI 6. EJECUCIÓN, PRUEBAS Y CONTROLES ..... 171

**PR. PROTECCIÓN FRENTE AL RAYO ..... 173**
VERIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LA EDIFICACIÓN ..... 173

# INTRODUCCIÓN

Los datos de Identificación, antecedentes, normas y referencias, definiciones y abreviaturas son comunes con el proyecto.

El presente apéndice al proyecto se redacta con objeto de establecer y justificar ante los Organismos Competentes que las instalaciones que nos ocupan reúnen las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener las autorizaciones administrativas para realizar el montaje y posteriormente, previa inspección y legalización, obtener la puesta en servicio.

En opinión del autor que redacta el proyecto, se consideran ampliamente descritas y detalladas las instalaciones.

# IC. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

## IC1. REQUISITOS DE DISEÑO

El edificio contará con las instalaciones de climatización derivadas de la aplicación de RITE-07 y de la petición del promotor de un sistema de climatización. Estas instalaciones cumplirán en su diseño, dimensionado, características de los productos a incorporar, modo de ejecución, pruebas, controles, conservación y mantenimiento, las indicadas en el RITE. Las soluciones propuestas, por tanto, cumplirán las exigencias de **Bienestar e higiene, Eficiencia energética y seguridad definidas en el RITE**.

**Bienestar e higiene**

El diseño de la instalación y su dimensionado deben de:

- Cumplir la exigencia de calidad del ambiente térmico de la IT.1.4.1.
- Cumplir la exigencia de calidad del aire interior de la IT.1.4.2.
- Cumplir la exigencia de calidad acústica de la IT.1.4.4
- Cumplir la exigencia de calidad de higiene de la IT.1.4.3.

**Eficiencia energética**

El diseño de la instalación y su dimensionado deben de:

- Cumplir la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío de la IT.1.2.4.1.
- Cumplir la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío de la IT.1.2.4.2.
- Cumplir la exigencia de eficiencia energética de control de las instalaciones térmicas de la IT.1.2.4.3.
- Cumplir la exigencia contabilización de los consumos de la IT.1.2.4.4.
- Cumplir la exigencia de recuperación de energía de la IT.1.2.4.5.
- Cumplir la exigencia de aprovechamiento de energías renovables de la IT.1.2.4.6.
- Cumplir la exigencia limitación de uso de la energía convencional de la IT.1.2.4.7

**Seguridad**

El diseño de la instalación y su dimensionado deben de:

- Cumplir la exigencia seguridad en generación de calor de la IT.1.3.4.1.
- Cumplir la exigencia de seguridad de las redes de tuberías de la IT1.3.4.2.
- Cumplir la exigencia de protección contra incendios de la IT.1.3.4.3.

## IC2. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

En el presente apartado se enumeran las posibles alternativas planteadas por el autor, en lo referente al diseño, dimensionado, materiales y ejecución. En el siguiente apartado se justificará la solución elegida y se describirán el resto de aspectos donde no existe posibilidad de elección debido a normativas, el buen hacer en construcción o a los requisitos de diseño.

Se plantean las posibles soluciones dentro de las más estandarizadas para este tipo de establecimientos que necesitan un sistema de calefacción y ventilación:

BLOQUE AULAS

- Red de ventilación con equipos SIAV.
- Sistema de calefacción por radiadores.

GIMNASIO

- Red de ventilación con recuperador.
- Sistema de calefacción por radiadores y aerotermos.

## IC3. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

El sistema de calefacción consta de un sistema de distribución bitubo.

Las tuberías de distribución a colectores y radiadores serán de polipropileno resistente a la temperatura, aisladas con coquillas de espuma elastomérica.

## IC4. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

CONDICIONES INTERIORES

INVIERNO

- Temperatura 22º C aulas y 18º C zonas comunes (según pliego de la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid).

Velocidad del aire inferior a 0,14 m/s (IT 1.1.4.1.3)

- Calidad del aire IDA 2 en Aulas.
- Aseos aire de transferencia de las zonas con aire IDA2.

CONDICIONES EXTERIORES

Se tiene en cuenta la norma UNE 100001 para la selección de las condiciones exteriores de proyecto, que quedan definidas de la siguiente manera:

Término municipal: Loeches (Madrid).

Altitud sobre el nivel del mar: 656 m

Percentil para invierno: 97.5 %

Temperatura seca en invierno: -3.8 °C

Humedad relativa en invierno: 90 %

Temperatura del terreno: 14.30 °C

## CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

Para determinar las cargas térmicas se ha utilizado el programa TekTon3D versión 1.5.5.8 de Imventa Ingenieros. Las siguientes tablas sirven de resumen de resultados:

La composición de cerramientos, huecos, puentes térmicos y características de los materiales, se encuentran definidos en el Documento Justificativo del HE1 de la memoria del proyecto.

EDIFICIO AULAS:

| RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS PARA CALEFACCIÓN<br>ESPACIOS EN PLANTA BAJA | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Espacio** | **Fecha** | **GTH (W)** | **RSC (%)** | **TEN (%)** | **TPA (%)** | **OC (%)** | **IL (%)** | **EQ (%)** | **VE (%)** | **ESHF** | **Ratio (W/m²)** |
| ESCALERA BAJA | 21 Diciembre 6hs | -627 | 0,0 | 23,1 | 76,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,00 | 7,8 |
| PASILLO Y ESCALERA | 21 Diciembre 6hs | -789 | 0,0 | 39,1 | 60,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,00 | 6,4 |
| AULA ESO 2 | 21 Diciembre 6hs | -5.245 | 0,0 | 2,5 | 9,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 88,0 | 1,00 | 99,6 |
| AULA ESO 3 | 21 Diciembre 6hs | -4.703 | 0,0 | 2,9 | 11,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 85,7 | 1,00 | 89,3 |
| AULA PLÁSTICA | 21 Diciembre 6hs | -5.002 | 0,0 | 6,5 | 12,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 80,6 | 1,00 | 79,1 |
| AULA ESO 1 | 21 Diciembre 6hs | -5.186 | 0,0 | 2,7 | 8,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 89,0 | 1,00 | 98,5 |
| AULA ESO 4 | 21 Diciembre 6hs | -4.651 | 0,0 | 2,7 | 10,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 86,7 | 1,00 | 88,3 |
| DESDOBLE 1 | 21 Diciembre 6hs | -2.270 | 0,0 | 3,5 | 9,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 86,8 | 1,00 | 78,6 |

| RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS PARA CALEFACCIÓN<br>ESPACIOS EN PLANTA PRIMERA | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Espacio** | **Fecha** | **GTH (W)** | **RSC (%)** | **TEN (%)** | **TPA (%)** | **OC (%)** | **IL (%)** | **EQ (%)** | **VE (%)** | **ESHF** | **Ratio (W/m²)** |
| PASILLO ESCALERA PRIMERA | 21 Diciembre 6hs | -1.485 | 0,0 | 72,7 | 27,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,00 | 12,5 |
| ESCALERA 1 | 21 Diciembre 6hs | -1.173 | 0,0 | 56,1 | 43,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,00 | 14,5 |
| AULA INFORMÁTICA | 21 Diciembre 6hs | -5.298 | 0,0 | 14,2 | 9,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 76,1 | 1,00 | 72,6 |
| TALLER TECNOLOGÍA | 21 Diciembre 6hs | -6.218 | 0,0 | 19,8 | 15,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 64,8 | 1,00 | 51,8 |
| AULA DESDOBLE 3 | 21 Diciembre 6hs | -2.420 | 0,0 | 11,1 | 7,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 81,4 | 1,00 | 92,1 |
| AULA MÚSICA | 21 Diciembre 6hs | -5.165 | 0,0 | 12,4 | 9,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 78,0 | 1,00 | 82,1 |
| AULA DESDOBLE 2 | 21 Diciembre 6hs | -2.674 | 0,0 | 16,2 | 10,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 73,7 | 1,00 | 104,5 |

Carga térmica de calefacción 52,907 kW (21 Diciembre 6hs)

Potencia nominal de calefacción = 65,000 kW

EDIFICIO GIMNASIO:

| RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS PARA CALEFACCIÓN<br>ESPACIOS EN GIMNASIO | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Espacio** | **Fecha** | **GTH (W)** | **RSC (%)** | **TEN (%)** | **TPA (%)** | **OCS (%)** | **OCL (W)** | **IL (%)** | **EQS (%)** | **EQL (W)** | **VES (W)** | **VEL (%)** | **ESHF** | **Ratio (W/m²)** |
| ASEO PROFESOR | 21 Diciembre 1hs | -378 | 0,0 | -123 | -148 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -107 | 0,0 | 1,00 | 62,8 |
| ASEOS Y VESTUARIO ALUMNAS | 21 Diciembre 1hs | -975 | 0,0 | -596 | -379 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,00 | 22,3 |
| ASEOS Y VESTUARIO ALUMNOS | 21 Diciembre 1hs | -1.224 | 0,0 | -600 | -624 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,00 | 28,0 |
| DESPACHO MONITOR | 21 Diciembre 6hs | -635 | 0,0 | -134 | -201 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -300 | 0,0 | 1,00 | 37,5 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PISTA DEPORTIVA | 21 Diciembre 6hs | -22.963 | 0,0 | -9.427 | -4.258 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -9.278 | 0,0 | 1,00 | 37,1 |
| VESTÍBULO | 21 Diciembre 6hs | -931 | 0,0 | -159 | -234 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -538 | 0,0 | 1,00 | 39,1 |
| TOTAL (Máximos individules) | - | -27.106 | 0 | -11.038 | -5.845 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -10.223 | 0 | - | 36,0 |
| TOTAL (Máximo simultáneo) | 21 Diciembre 6hs | -27.106 | 0 | -11.038 | -5.845 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -10.223 | 0 | 1,00 | 36,0 |

Carga térmica de calefacción 27,106 kW (21 Diciembre 6hs)

Potencia nominal de calefacción = 45,000 kW

Dónde:

- GTH: Carga térmica total (W)
- RSC: Ganancias por radiación solar (% carga total)
- TEN: Transmisión a través de la envolvente (% carga total)
- TPA: Transmisión por particiones y huecos (% carga total)
- OC: Fuentes internas ocupación (% carga total)
- IL: Fuentes internas iluminación (% carga total)
- EQ: Fuentes internas equipos (% carga total)
- VE: Ventilación e infiltraciones (% carga total)
- ESHF: Factor de carga sensible del espacio

**UNIDADES TERMINALES BLOQUE AULAS:**

| LISTADO DE EMISORES DEL CIRCUITO RADIADORES BLOQUE AULAS (CALOR) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Unidad** | **Potencia (kW)** | **Elementos ó Longitud** | **Salto térmico (°C)** | **Caudal agua (l/s)** | **Caída presión (mmca)** | **Presión equilibrado (mmca)** | **Marca/Modelo** |
| 1º ESCALERA | 1,173 | 12 Elm. | 40,0 | 101 | 6 | 2.753 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| 1º ZONAS COMUNES 1 | 0,743 | 8 Elm. | 40,0 | 64 | 3 | 2.637 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| 1º ZONAS COMUNES 2 | 0,743 | 8 Elm. | 40,0 | 64 | 3 | 2.479 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| AULA DESDOBLE 1 | 2,270 | 26 Elm. | 38,0 | 195 | 24 | 1.278 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| AULA ESO 1.1 | 2,593 | 30 Elm. | 38,0 | 223 | 31 | 2.294 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| AULA ESO 1.2 | 2,593 | 30 Elm. | 38,0 | 223 | 31 | 1.840 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| AULA ESO 2.1 | 2,622 | 30 Elm. | 38,0 | 226 | 32 | 1.515 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| AULA ESO 2.2 | 2,622 | 30 Elm. | 38,0 | 226 | 32 | 1.475 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| AULA ESO 3.1 | 2,351 | 27 Elm. | 38,0 | 202 | 26 | 2.088 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| AULA ESO 3.1 | 2,351 | 27 Elm. | 38,0 | 202 | 26 | 2.285 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| AULA ESO 4.1 | 2,326 | 27 Elm. | 38,0 | 200 | 25 | 1.608 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| AULA ESO 4.2 | 2,326 | 27 Elm. | 38,0 | 200 | 25 | 1.572 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| AULA PLÁSTICA 1 | 2,501 | 29 Elm. | 38,0 | 215 | 29 | 1.118 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| AULA PLÁSTICA 2 | 2,501 | 29 Elm. | 38,0 | 215 | 29 | 688 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| BAJA ESCALERA | 0,627 | 7 Elm. | 40,0 | 54 | 2 | 3.109 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| BAJA ZONAS COMUNES 1 | 0,395 | 4 Elm. | 40,0 | 34 | 1 | 3.101 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| BAJA ZONAS COMUNES 2 | 0,395 | 4 Elm. | 40,0 | 34 | 1 | 3.040 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| DESDOBLE 2 | 2,674 | 31 Elm. | 38,0 | 230 | 33 | 0 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| DESDOBLE 3 | 2,420 | 28 Elm. | 38,0 | 208 | 27 | 404 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| INFORMÁTICA 1 | 2,649 | 30 Elm. | 38,0 | 228 | 33 | 702 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| INFORMÁTICA 2 | 2,649 | 30 Elm. | 38,0 | 228 | 33 | 27 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |

| LISTADO DE EMISORES DEL CIRCUITO RADIADORES BLOQUE AULAS (CALOR) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Unidad** | **Potencia (kW)** | **Elementos ó Longitud** | **Salto térmico (°C)** | **Caudal agua (l/s)** | **Caída presión (mmca)** | **Presión equilibrado (mmca)** | **Marca/Modelo** |
| MÚSICA 1 | 2,583 | 30 Elm. | 38,0 | 222 | 31 | 1.490 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| MÚSICA 2 | 2,583 | 30 Elm. | 38,0 | 222 | 31 | 964 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| TECNOLOGÍA 1 | 2,073 | 24 Elm. | 38,0 | 178 | 20 | 2.044 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| TECNOLOGÍA 2 | 2,073 | 24 Elm. | 38,0 | 178 | 20 | 1.210 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| TECNOLOGÍA 3 | 2,073 | 24 Elm. | 38,0 | 178 | 20 | 947 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |

| LISTADO DE BATERÍAS DEL CIRCUITO BATERIAS SAIV (CALOR) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Unidad** | **Potencia (kW)** | **Temperatura entrada/salida (°C)** | **Caudal agua (l/h)** | **Caída presión (mmca)** | **Presión equilibrado (mmca)** | **Potencia nominal (kW)** | **Marca/Modelo** |
| ESO 1 ESO 2 DESDOBLE 1 | 5,000 | 65,0/55,0 | 0,119 | 47 | 421 | 0,000 | Conexión a batería de calor (horizontal) |
| ESO 3 ESO 4 PLÁSTICA | 5,000 | 65,0/55,0 | 0,119 | 47 | 424 | 0,000 | Conexión a batería de calor (horizontal) |
| INFORMÁTICA MÚSICA | 5,000 | 65,0/55,0 | 0,119 | 47 | 0 | 0,000 | Conexión a batería de calor (horizontal) |
| TALLER Y DESDOBLES | 3,400 | 65,0/55,0 | 0,081 | 22 | 36 | 0,000 | Conexión a batería de calor (horizontal) |

**UNIDADES TERMINALES GIMNASIO:**

| LISTADO DE EMISORES DEL CIRCUITO RADIADORES (CALOR) GIMNASIO | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Unidad** | **Potencia (kW)** | **Elementos ó Longitud** | **Salto térmico (°C)** | **Caudal agua (l/s)** | **Caída presión (mmca)** | **Presión equilibrado (mmca)** | **Marca/Modelo** |
| Profesor | 0,635 | 8 Elm. | 38,0 | 55 | 2 | 152 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| Vestíbulo | 0,931 | 10 Elm. | 42,0 | 80 | 4 | 150 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| Vestuario alumnas | 1,224 | 13 Elm. | 42,0 | 105 | 7 | 1.053 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| Vestuario profesor | 0,378 | 5 Elm. | 38,0 | 33 | 1 | 127 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |
| Vestuario alumnos | 0,975 | 10 Elm. | 42,0 | 84 | 4 | 0 | DUBAL 80 Planos (40ºC) |

| LISTADO DE BATERÍAS DEL CIRCUITO ACS (CALOR) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Unidad** | **Potencia (kW)** | **Temperatura entrada/salida (°C)** | **Caudal agua (l/h)** | **Caída presión (mmca)** | **Presión equilibrado (mmca)** | **Potencia nominal (kW)** | **Marca/Modelo** |
| ACS | 17,500 | 65,0/55,0 | 1.505 | 87 | 0 | 0,000 | Interacumulador ACS |

| LISTADO DE BATERÍAS DEL CIRCUITO AEROTERMOS (CALOR) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Unidad** | **Potencia (kW)** | **Temperatura entrada/salida (°C)** | **Caudal agua (l/h)** | **Caída presión (mmca)** | **Presión equilibrado (mmca)** | **Potencia nominal (kW)** | **Marca/Modelo** |
| Aerotermo 1 | 4.210 | 65,0/55,0 | 0,101 | 2.041 | 2.369 | 8,500 | UL-210 G |
| Aerotermo 2 | 4.210 | 65,0/55,0 | 0,101 | 2.041 | 1.638 | 8,500 | UL-210 G |
| Aerotermo 3 | 4.210 | 65,0/55,0 | 0,101 | 2.041 | 889 | 8,500 | UL-210 G |
| Aerotermo 4 | 4.210 | 65,0/55,0 | 0,101 | 2.041 | 1.478 | 8,500 | UL-210 G |
| Aerotermo 5 | 4.210 | 65,0/55,0 | 0,101 | 2.041 | 747 | 8,500 | UL-210 G |
| Aerotermo 6 | 4.210 | 65,0/55,0 | 0,101 | 2.041 | 0 | 8,500 | UL-210 G |

**CÁLCULOS HIDRÁULICOS:**

El caudal que debe suministrar la bomba de circulación viene dado por la expresión:

$$Q = \frac{860 \cdot P}{1000 \cdot \Delta t \cdot C_e \cdot \gamma}$$

Donde:

Ce = Calor específico del agua = 1,0 Kcal/h·Kg·°C

$\gamma$ = Peso específico del agua = 1,0 Kg/dm³

$\Delta$ t = Salto térmico en °C

P = Potencia térmica en vatios

Para obtener los diámetros de la red, partiremos de la ecuación de la continuidad de un líquido:

$$Q = V \cdot S \quad \Rightarrow \quad D = \sqrt{\frac{4000 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

Donde:

Q = Caudal máximo previsible (l/s).

V = Velocidad de hipótesis entre 0,5 y 2 (m/s) en tuberías metálicas.

D = Diámetro interior (mm).

Para velocidades superiores a 0,5 el régimen suele ser turbulento, de todas maneras se comprueba mediante:

$$\mathrm{Re} = \frac{D \cdot V}{\nu} > 2300$$

Donde:

v = viscosidad dinámica

V = Velocidad

D = Diámetro interior

Obtenidos los diámetros, la pérdida de carga de la red la obtendremos mediante la ecuación de Darcy-Weisbach a partir de la fórmula de PRANDTL-COLEBROOK, determinando el diámetro interior de la conducción:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\log_{10}\left(\frac{2{,}51}{\mathrm{Re}\cdot\sqrt{\lambda}} + \frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3{,}72}\right)$$

Donde:

D = Diámetro interior de la tubería, en m

Re = número de Reynolds

λ = factor de fricción o rozamiento

ϵ = rugosidad en mm

Para evitar la interacción en la solución de la ecuación se utilizan las soluciones de Altshul y Tsal que proporcionan un error inferior al 1,6%:

$$\lambda' = 0{,}11 \cdot (\frac{\varepsilon}{D} \cdot + \frac{68}{\mathrm{Re}})^{0{,}25}$$

$$\lambda' \geq 0{,}018 \rightarrow \lambda = \lambda'$$

$$\lambda' \lhd 0{,}018 \rightarrow \lambda = 0{,}85 \cdot \lambda' + 0{,}0028$$

La pérdida total de carga que se produce en el tramo vendrá determinada por la siguiente ecuación:

$$Ju = \lambda \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{D} \cdot V^2 \cdot d$$

Donde:

Ju = Pérdida de carga total en el tramo, en m.c.a.

D = Diámetro interior de la tubería, en

λ = factor de fricción o rozamiento

d = densidad

La pérdida total de carga que se produce en el tramo vendrá determinada por la siguiente ecuación:

$$J_T = J_U \cdot (L + L_{eq}) + \Delta H$$

Donde:

JT = Pérdida de carga total en el tramo, en m.c.a.

JU = Pérdida de carga unitaria, en m.c.a./m

L = Longitud del tramo, en metros

La longitud equivalente de las pérdidas de carga localizadas se estima en un 20% de la producida sobre la longitud real del tramo, con la excepción de la pérdida de carga en el generador y en los radiadores se calcula con la ecuación:

$$J = \frac{\varepsilon \cdot v^2 \cdot \gamma}{2 \cdot g}$$

Donde:

J = Pérdida de presión en mmca.

$\varepsilon$ = Coeficiente de resistencia.

v = Velocidad en m/s.

$\gamma$ = Peso específico en kg/m³.

g = Aceleración de la gravedad en m/s².

CAMINOS CRÍTICOS DE PRESIÓN POR CIRCUITOS BLOQUE AULAS:

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO BATERIAS SIAV (CALOR) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tramo | Caudal (l/s) | Velocidad (m/s) | Diámetro Nominal | Tipo de Elemento | Pérdida unitaria (mmca/m) | Longitud (m) | Longitud equivalente (m), Ke ó Kv | Pérdidas tramo (mmca) | Presión final (bar) |
| | | | | BATERIAS SAIV | | | | | 1,1448 |
| N382 | 0,440 | 0,79 | ø40 | Tubería-166 | 37,5 | 1,950 | 0,487 (Le) | 91 | 1,1358 |
| N383 | 0,440 | 0,79 | ø40 | Tubería-397 | 37,5 | 0,497 | 0,124 (Le) | 23 | 1,1336 |

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO BATERIAS SIAV (CALOR) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N384 | 0,440 | 0,79 | ø40 | Tubería-398 | 37,5 | 0,850 | 0,212 (Le) | 40 | 1,1297 |
| N385 | 0,440 | 0,79 | ø40 | Tubería-399 | 37,5 | 2,255 | 0,564 (Le) | 106 | 1,1193 |
| N386 | 0,440 | 0,79 | ø40 | Tubería-400 | 37,5 | 4,695 | 1,174 (Le) | 220 | 1,0977 |
| N387 | 0,440 | 0,79 | ø32 | Elemento de conexión-41 | - | - | - | 0 | 1,0977 |
| N388 | 0,440 | 0,79 | ø40 | Tubería-418 | 37,5 | 0,411 | 0,103 (Le) | 19 | 1,0958 |
| N389 | 0,201 | 0,57 | ø32 | Tubería-414 | 28,1 | 1,329 | 0,332 (Le) | 47 | 1,0913 |
| N396 | 0,201 | 0,57 | ø32 | Tubería-431 | 28,1 | 0,350 | 0,087 (Le) | 12 | 1,0901 |
| N397 | 0,201 | 0,57 | ø32 | Tubería-412 | 28,1 | 4,000 | 1,000 (Le) | 140 | 1,0763 |
| N398 | 0,201 | 0,57 | ø32 | Tubería-449 | 28,1 | 0,950 | 0,238 (Le) | 33 | 1,0731 |
| N399 | 0,201 | 0,57 | ø32 | Tubería-419 | 28,1 | 0,005 | 0,001 (Le) | 0 | 1,0730 |
| N400 | 0,201 | 0,57 | ø32 | Tubería-432 | 28,1 | 1,500 | 0,375 (Le) | 53 | 1,0679 |
| N401 | 0,201 | 0,57 | ø32 | Tubería-451 | 28,1 | 6,485 | 1,621 (Le) | 227 | 1,0456 |
| N402 | 0,201 | 0,57 | ø32 | Tubería-428 | 28,1 | 0,266 | 0,067 (Le) | 9 | 1,0447 |
| N403 | 0,119 | 0,55 | ø25 | Tubería-456 | 36,4 | 0,311 | 0,078 (Le) | 14 | 1,0433 |
| N404 | 0,119 | - | - | MUSICA INFORMATICA | - | - | - | 47 | 1,0387 |
| N609 | 0,119 | 0,55 | ø25 | Tubería-454 | 36,4 | 0,411 | 0,103 (Le) | 19 | 1,0369 |
| N608 | 0,201 | 0,57 | ø32 | Tubería-429 | 28,1 | 0,266 | 0,067 (Le) | 9 | 1,0360 |
| N607 | 0,201 | 0,57 | ø32 | Tubería-452 | 28,1 | 6,585 | 1,646 (Le) | 231 | 1,0134 |
| N606 | 0,201 | 0,57 | ø32 | Tubería-445 | 28,1 | 1,500 | 0,375 (Le) | 53 | 1,0082 |
| N605 | 0,201 | 0,57 | ø32 | Tubería-450 | 28,1 | 1,055 | 0,264 (Le) | 37 | 1,0046 |
| N604 | 0,201 | 0,57 | ø32 | Tubería-413 | 28,1 | 4,000 | 1,000 (Le) | 140 | 0,9909 |
| N603 | 0,201 | 0,57 | ø32 | Tubería-401 | 28,1 | 0,500 | 0,125 (Le) | 18 | 0,9891 |
| N602 | 0,201 | 0,57 | ø32 | Tubería-395 | 28,1 | 1,179 | 0,295 (Le) | 41 | 0,9851 |
| N601 | 0,201 | 0,57 | ø25 | Elemento de conexión-43 | - | - | - | 0 | 0,9851 |
| N594 | 0,440 | 0,79 | ø40 | Tubería-420 | 37,5 | 0,261 | 0,065 (Le) | 12 | 0,9839 |
| N593 | 0,440 | 0,79 | ø32 | Elemento de conexión-39 | - | - | - | 0 | 0,9839 |
| N592 | 0,440 | 0,79 | ø40 | Tubería-394 | 37,5 | 4,548 | 1,137 (Le) | 213 | 0,9630 |
| N591 | 0,440 | 0,79 | ø40 | Tubería-393 | 37,5 | 2,255 | 0,564 (Le) | 106 | 0,9526 |
| N590 | 0,440 | 0,79 | ø40 | Tubería-392 | 37,5 | 0,750 | 0,187 (Le) | 35 | 0,9492 |
| N589 | 0,440 | 0,79 | ø40 | Tubería-391 | 37,5 | 0,150 | 0,038 (Le) | 7 | 0,9485 |
| N588 | 0,440 | 0,79 | ø40 | Tubería-390 | 37,5 | 2,400 | 0,600 (Le) | 113 | 0,9375 |
| N587 | 0,440 | 0,79 | ø40 | Tubería-389 | 37,5 | 0,150 | 0,038 (Le) | 7 | 0,9368 |
| N413 | 1,703 | 0,87 | ø75 | Tubería-386 | 20,1 | 0,150 | 0,038 (Le) | 4 | 0,9364 |
| N412 | 1,703 | 0,87 | ø50 | Elemento de conexión-38 | - | - | - | 0 | 0,9364 |
| N411 | 1,703 | - | - | ST-1 | - | - | - | 96 | 0,9270 |
| N410 | 1,703 | 0,87 | ø50 | Elemento de conexión-37 | - | - | - | 0 | 0,9270 |
| N409 | 1,703 | 0,87 | ø75 | Tubería-384 | 20,1 | 0,300 | 0,075 (Le) | 8 | 0,9263 |
| N408 | 0,440 | 0,79 | ø40 | Tubería-387 | 37,5 | 0,450 | 0,112 (Le) | 21 | 0,9242 |
| N407 | 0,440 | 0,79 | ø40 | Tubería-411 | 37,5 | 0,250 | 0,063 (Le) | 12 | 0,9231 |
| | | | | BATERIAS SIAV | | | | | 1,1448 |

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO RADIADORES ESO NORTE (CALOR) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tramo** | **Caudal (l/s)** | **Velocidad (m/s)** | **Diámetro Nominal** | **Tipo de Elemento** | **Pérdida unitaria (mmca/m)** | **Longitud (m)** | **Longitud equivalente (m), Ke ó Kv** | **Pérdidas tramo (mmca)** | **Presión final (bar)** |
| | | | | RADIADORES ESO NORTE | | | | | 1,3002 |
| N307 | 0,608 | 0,69 | ø50 | Tubería-388 | 22,4 | 1,950 | 0,487 (Le) | 55 | 1,2949 |
| N308 | 0,608 | 0,69 | ø50 | Tubería-165 | 22,4 | 0,847 | 0,212 (Le) | 24 | 1,2925 |
| N309 | 0,608 | 0,69 | ø50 | Tubería-164 | 22,4 | 2,305 | 0,576 (Le) | 64 | 1,2862 |
| N310 | 0,608 | 0,69 | ø50 | Tubería-209 | 22,4 | 4,448 | 1,112 (Le) | 124 | 1,2740 |
| N311 | 0,285 | 0,51 | ø32 | Elemento de conexión-48 | - | - | - | 0 | 1,2740 |
| N356 | 0,285 | 0,51 | ø40 | Tubería-205 | 17,6 | 1,679 | 0,420 (Le) | 37 | 1,2704 |
| N357 | 0,285 | 0,51 | ø32 | Elemento de conexión-17 | - | - | - | 0 | 1,2704 |
| N358 | 0,285 | 0,51 | ø40 | Tubería-201 | 17,6 | 0,561 | 0,140 (Le) | 12 | 1,2692 |
| N359 | 0,285 | 0,51 | ø40 | Tubería-215 | 17,6 | 4,000 | 1,000 (Le) | 88 | 1,2606 |
| N360 | 0,285 | 0,51 | ø40 | Tubería-351 | 17,6 | 0,437 | 0,109 (Le) | 10 | 1,2596 |
| N361 | 0,285 | 0,51 | ø32 | Elemento de conexión-31 | - | - | - | 0 | 1,2596 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N362 | 0,285 | 0,51 | ø40 | Tubería-350 | 17,6 | 2,949 | 0,737 (Le) | 65 | 1,2533 |
| N363 | 0,285 | 0,51 | ø40 | Tubería-355 | 17,6 | 1,100 | 0,275 (Le) | 24 | 1,2509 |
| N364 | 0,250 | 0,71 | ø32 | Tubería-222 | 41,1 | 7,180 | 1,795 (Le) | 369 | 1,2147 |
| N365 | 0,188 | 0,53 | ø25 | Elemento de conexión-18 | - | - | - | 0 | 1,2147 |
| N370 | 0,188 | 0,53 | ø32 | Tubería-226 | 25,1 | 8,120 | 2,030 (Le) | 255 | 1,1898 |
| N371 | 0,188 | 0,53 | ø25 | Elemento de conexión-21 | - | - | - | 0 | 1,1898 |
| N372 | 0,127 | 0,58 | ø25 | Tubería-256 | 40,3 | 2,400 | 0,600 (Le) | 121 | 1,1779 |
| N377 | 0,063 | 0,46 | ø16 | Elemento de conexión-19 | - | - | - | 0 | 1,1779 |
| N382 | 0,063 | 0,46 | ø20 | Tubería-257 | 36,1 | 7,260 | 1,815 (Le) | 327 | 1,1458 |
| N383 | 0,063 | 0,46 | ø16 | Elemento de conexión-20 | - | - | - | 0 | 1,1458 |
| N384 | 0,063 | 0,46 | ø20 | Tubería-240 | 36,1 | 0,500 | 0,125 (Le) | 23 | 1,1436 |
| N385 | 0,063 | 0,46 | ø20 | Tubería-246 | 36,1 | 3,400 | 0,850 (Le) | 153 | 1,1286 |
| N386 | 0,063 | 0,46 | ø20 | Tubería-238 | 36,1 | 1,500 | 0,375 (Le) | 68 | 1,1220 |
| N387 | 0,063 | 0,46 | ø20 | Tubería-242 | 36,1 | 0,100 | 0,025 (Le) | 5 | 1,1215 |
| N388 | 0,063 | - | - | INFORMATICA 2 | - | - | - | 33 | 1,1183 |
| N718 | 0,063 | 0,46 | ø20 | Tubería-239 | 36,1 | 0,800 | 0,200 (Le) | 36 | 1,1148 |
| N717 | 0,063 | 0,46 | ø20 | Tubería-243 | 36,1 | 0,700 | 0,175 (Le) | 32 | 1,1117 |
| N716 | 0,063 | 0,46 | ø20 | Tubería-244 | 36,1 | 0,100 | 0,025 (Le) | 5 | 1,1113 |
| N715 | 0,063 | 0,46 | ø20 | Tubería-241 | 36,1 | 2,700 | 0,675 (Le) | 122 | 1,0993 |
| N714 | 0,063 | 0,46 | ø20 | Tubería-439 | 36,1 | 0,650 | 0,163 (Le) | 29 | 1,0965 |
| N713 | 0,063 | 0,46 | ø20 | Tubería-441 | 36,1 | 7,460 | 1,865 (Le) | 336 | 1,0635 |
| N707 | 0,127 | 0,58 | ø25 | Tubería-259 | 40,3 | 2,600 | 0,650 (Le) | 131 | 1,0507 |
| N701 | 0,188 | 0,53 | ø32 | Tubería-260 | 25,1 | 8,320 | 2,080 (Le) | 261 | 1,0251 |
| N700 | 0,250 | 0,71 | ø32 | Tubería-223 | 41,1 | 7,180 | 1,795 (Le) | 369 | 0,9889 |
| N699 | 0,285 | 0,51 | ø40 | Tubería-359 | 17,6 | 1,050 | 0,263 (Le) | 23 | 0,9867 |
| N698 | 0,285 | 0,51 | ø40 | Tubería-346 | 17,6 | 2,899 | 0,725 (Le) | 64 | 0,9804 |
| N697 | 0,285 | 0,51 | ø40 | Tubería-347 | 17,6 | 0,487 | 0,122 (Le) | 11 | 0,9794 |
| N696 | 0,285 | 0,51 | ø40 | Tubería-214 | 17,6 | 4,000 | 1,000 (Le) | 88 | 0,9707 |
| N695 | 0,285 | 0,51 | ø40 | Tubería-213 | 17,6 | 0,808 | 0,202 (Le) | 18 | 0,9690 |
| N694 | 0,285 | 0,51 | ø40 | Tubería-211 | 17,6 | 2,029 | 0,507 (Le) | 45 | 0,9646 |
| N649 | 0,608 | 0,69 | ø50 | Tubería-207 | 22,4 | 4,751 | 1,188 (Le) | 133 | 0,9516 |
| N648 | 0,608 | 0,69 | ø50 | Tubería-160 | 22,4 | 2,255 | 0,564 (Le) | 63 | 0,9454 |
| N647 | 0,608 | 0,69 | ø50 | Tubería-385 | 22,4 | 0,750 | 0,187 (Le) | 21 | 0,9434 |
| N646 | 0,608 | 0,69 | ø50 | Tubería-382 | 22,4 | 2,400 | 0,600 (Le) | 67 | 0,9368 |
| N645 | 1,703 | 0,87 | ø75 | Tubería-386 | 20,1 | 0,150 | 0,038 (Le) | 4 | 0,9364 |
| N644 | 1,703 | 0,87 | ø50 | Elemento de conexión-38 | - | - | - | 0 | 0,9364 |
| N643 | 1,703 | - | - | ST-1 | - | - | - | 96 | 0,9270 |
| N642 | 1,703 | 0,87 | ø50 | Elemento de conexión-37 | - | - | - | 0 | 0,9270 |
| N641 | 1,703 | 0,87 | ø75 | Tubería-384 | 20,1 | 0,300 | 0,075 (Le) | 8 | 0,9263 |
| N640 | 0,608 | 0,69 | ø50 | Tubería-409 | 22,4 | 0,250 | 0,063 (Le) | 7 | 0,9256 |
| | | | | RADIADORES ESO NORTE | | | | | 1,3002 |

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO RADIADORES ESO SUR (CALOR) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tramo** | **Caudal (l/s)** | **Velocidad (m/s)** | **Diámetro Nominal** | **Tipo de Elemento** | **Pérdida unitaria (mmca/m)** | **Longitud (m)** | **Longitud equivalente (m), Ke ó Kv** | **Pérdidas tramo (mmca)** | **Presión final (bar)** |
| | | | | RADIADORES ESO SUR | | | | | 1,2978 |
| N1 | 0,656 | 0,75 | ø50 | Tubería-470 | 25,6 | 1,950 | 0,487 (Le) | 62 | 1,2917 |
| N2 | 0,656 | 0,75 | ø50 | Tubería-471 | 25,6 | 0,650 | 0,163 (Le) | 21 | 1,2896 |
| N3 | 0,656 | 0,75 | ø50 | Tubería-461 | 25,6 | 1,152 | 0,288 (Le) | 37 | 1,2860 |
| N4 | 0,656 | 0,75 | ø50 | Tubería-459 | 25,6 | 2,255 | 0,564 (Le) | 72 | 1,2790 |
| N5 | 0,656 | 0,75 | ø50 | Tubería-458 | 25,6 | 4,793 | 1,198 (Le) | 153 | 1,2639 |
| N6 | 0,656 | 0,75 | ø50 | Tubería-376 | 25,6 | 1,679 | 0,420 (Le) | 54 | 1,2587 |
| N7 | 0,656 | 0,75 | ø50 | Tubería-426 | 25,6 | 1,211 | 0,303 (Le) | 39 | 1,2549 |
| N8 | 0,298 | 0,54 | ø40 | Tubería-417 | 19,0 | 4,000 | 1,000 (Le) | 95 | 1,2455 |
| N9 | 0,298 | 0,54 | ø40 | Tubería-425 | 19,0 | 0,313 | 0,078 (Le) | 7 | 1,2448 |
| N10 | 0,298 | 0,54 | ø40 | Tubería-466 | 19,0 | 1,096 | 0,274 (Le) | 26 | 1,2423 |
| N11 | 0,270 | 0,49 | ø40 | Tubería-467 | 16,0 | 4,860 | 1,215 (Le) | 97 | 1,2327 |
| N16 | 0,221 | 0,63 | ø32 | Tubería-356 | 33,1 | 0,150 | 0,038 (Le) | 6 | 1,2321 |
| N17 | 0,221 | 0,63 | ø25 | Elemento de conexión-26 | - | - | - | 0 | 1,2321 |
| N18 | 0,221 | 0,63 | ø32 | Tubería-335 | 33,1 | 9,920 | 2,480 (Le) | 411 | 1,1919 |
| N19 | 0,221 | 0,63 | ø25 | Elemento de conexión-27 | - | - | - | 0 | 1,1919 |
| N20 | 0,171 | 0,48 | ø32 | Tubería-328 | 21,3 | 4,900 | 1,225 (Le) | 130 | 1,1791 |
| N21 | 0,122 | 0,56 | ø20 | Elemento de conexión-25 | - | - | - | 0 | 1,1791 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N26 | 0,122 | 0,56 | ø25 | Tubería-324 | 37,6 | 4,560 | 1,140 (Le) | 214 | 1,1581 |
| N27 | 0,122 | 0,56 | ø20 | Elemento de conexión-29 | - | - | - | 0 | 1,1581 |
| N28 | 0,064 | 0,47 | ø20 | Tubería-343 | 36,7 | 3,440 | 0,860 (Le) | 158 | 1,1427 |
| N33 | 0,064 | 0,47 | ø16 | Elemento de conexión-28 | - | - | - | 0 | 1,1427 |
| N34 | 0,064 | 0,47 | ø20 | Tubería-339 | 36,7 | 0,500 | 0,125 (Le) | 23 | 1,1404 |
| N35 | 0,064 | 0,47 | ø20 | Tubería-291 | 36,7 | 3,400 | 0,850 (Le) | 156 | 1,1252 |
| N36 | 0,064 | 0,47 | ø20 | Tubería-289 | 36,7 | 1,380 | 0,345 (Le) | 63 | 1,1190 |
| N37 | 0,064 | 0,47 | ø20 | Tubería-279 | 36,7 | 0,100 | 0,025 (Le) | 5 | 1,1185 |
| N38 | 0,064 | - | - | DESDOBLE 2 | - | - | - | 33 | 1,1153 |
| N796 | 0,064 | 0,47 | ø20 | Tubería-290 | 36,7 | 0,730 | 0,183 (Le) | 33 | 1,1120 |
| N795 | 0,064 | 0,47 | ø20 | Tubería-293 | 36,7 | 0,700 | 0,175 (Le) | 32 | 1,1088 |
| N794 | 0,064 | 0,47 | ø20 | Tubería-294 | 36,7 | 0,100 | 0,025 (Le) | 5 | 1,1084 |
| N793 | 0,064 | 0,47 | ø20 | Tubería-292 | 36,7 | 2,700 | 0,675 (Le) | 124 | 1,0963 |
| N792 | 0,064 | 0,47 | ø20 | Tubería-340 | 36,7 | 0,650 | 0,162 (Le) | 30 | 1,0933 |
| N791 | 0,064 | 0,47 | ø20 | Tubería-380 | 36,7 | 3,640 | 0,910 (Le) | 167 | 1,0770 |
| N785 | 0,122 | 0,56 | ø25 | Tubería-437 | 37,6 | 4,860 | 1,215 (Le) | 229 | 1,0546 |
| N784 | 0,171 | 0,48 | ø32 | Tubería-433 | 21,3 | 5,000 | 1,250 (Le) | 133 | 1,0416 |
| N778 | 0,221 | 0,63 | ø32 | Tubería-436 | 33,1 | 10,220 | 2,555 (Le) | 423 | 1,0001 |
| N772 | 0,270 | 0,49 | ø40 | Tubería-447 | 16,0 | 0,100 | 0,025 (Le) | 2 | 0,9999 |
| N771 | 0,270 | 0,49 | ø40 | Tubería-464 | 16,0 | 4,810 | 1,202 (Le) | 96 | 0,9905 |
| N770 | 0,298 | 0,54 | ø40 | Tubería-465 | 19,0 | 0,896 | 0,224 (Le) | 21 | 0,9884 |
| N769 | 0,298 | 0,54 | ø32 | Elemento de conexión-44 | - | - | - | 0 | 0,9884 |
| N768 | 0,298 | 0,54 | ø40 | Tubería-423 | 19,0 | 0,213 | 0,053 (Le) | 5 | 0,9879 |
| N767 | 0,298 | 0,54 | ø40 | Tubería-424 | 19,0 | 4,000 | 1,000 (Le) | 95 | 0,9786 |
| N766 | 0,656 | 0,75 | ø50 | Tubería-446 | 25,6 | 1,361 | 0,340 (Le) | 44 | 0,9743 |
| N765 | 0,656 | 0,75 | ø50 | Tubería-427 | 25,6 | 1,615 | 0,404 (Le) | 52 | 0,9693 |
| N764 | 0,656 | 0,75 | ø50 | Tubería-440 | 25,6 | 4,793 | 1,198 (Le) | 153 | 0,9542 |
| N763 | 0,656 | 0,75 | ø50 | Tubería-460 | 25,6 | 2,255 | 0,564 (Le) | 72 | 0,9472 |
| N762 | 0,656 | 0,75 | ø50 | Tubería-462 | 25,6 | 0,433 | 0,108 (Le) | 14 | 0,9458 |
| N761 | 0,656 | 0,75 | ø32 | Elemento de conexión-49 | - | - | - | 0 | 0,9458 |
| N760 | 0,656 | 0,75 | ø50 | Tubería-463 | 25,6 | 0,204 | 0,051 (Le) | 7 | 0,9452 |
| N759 | 0,656 | 0,75 | ø50 | Tubería-469 | 25,6 | 2,400 | 0,600 (Le) | 77 | 0,9376 |
| N758 | 0,656 | 0,75 | ø50 | Tubería-468 | 25,6 | 0,150 | 0,038 (Le) | 5 | 0,9372 |
| N736 | 1,096 | 0,79 | ø63 | Tubería-389 | 21,2 | 0,150 | 0,038 (Le) | 4 | 0,9368 |
| N645 | 1,703 | 0,87 | ø75 | Tubería-386 | 20,1 | 0,150 | 0,038 (Le) | 4 | 0,9364 |
| N644 | 1,703 | 0,87 | ø50 | Elemento de conexión-38 | - | - | - | 0 | 0,9364 |
| N643 | 1,703 | - | - | ST-1 | - | - | - | 96 | 0,9270 |
| N642 | 1,703 | 0,87 | ø50 | Elemento de conexión-37 | - | - | - | 0 | 0,9270 |
| N641 | 1,703 | 0,87 | ø75 | Tubería-384 | 20,1 | 0,300 | 0,075 (Le) | 8 | 0,9263 |
| N640 | 1,096 | 0,79 | ø63 | Tubería-387 | 21,2 | 0,450 | 0,112 (Le) | 12 | 0,9251 |
| N639 | 0,656 | 0,75 | ø50 | Tubería-472 | 25,6 | 0,450 | 0,112 (Le) | 14 | 0,9237 |
| N91 | 0,656 | 0,75 | ø50 | Tubería-473 | 25,6 | 0,250 | 0,063 (Le) | 8 | 0,9229 |
| | | | | RADIADORES ESO SUR | | | | | 1,2978 |

## CAMINOS CRÍTICOS DE PRESIÓN POR CIRCUITOS GIMNASIO:

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO ACS (CALOR) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tramo** | **Caudal (l/h)** | **Velocidad (m/s)** | **Diámetro Nominal** | **Tipo de Elemento** | **Pérdida unitaria (mmca/m)** | **Longitud (m)** | **Longitud equivalente (m), Ke ó Kv** | **Pérdidas tramo (mmca)** | **Presión final (bar)** |
| | | | | Circulador ACS | | | | | 0,5959 |
| N1 | 1.505 | 0,75 | ø40 | Tubería 1 | 34,4 | 1,550 | 0,387 (Le) | 67 | 0,5894 |
| N2 | 1.505 | 0,75 | ø40 | Tubería 2 | 34,4 | 1,400 | 0,350 (Le) | 60 | 0,5835 |
| N3 | 1.505 | 0,75 | ø40 | Tubería 3 | 34,4 | 0,352 | 0,088 (Le) | 15 | 0,5820 |
| N4 | 1.505 | 0,75 | ø40 | Tubería 4 | 34,4 | 0,316 | 0,079 (Le) | 14 | 0,5807 |
| N5 | 1.505 | 0,75 | ø40 | Tubería 5 | 34,4 | 3,250 | 0,813 (Le) | 140 | 0,5670 |
| N6 | 1.505 | - | - | Batería de agua 6 | - | - | - | 87 | 0,5585 |
| N226 | 1.505 | 0,75 | ø40 | Tubería 238 | 34,4 | 3,250 | 0,813 (Le) | 140 | 0,5449 |
| N225 | 1.505 | 0,75 | ø40 | Tubería 237 | 34,4 | 0,182 | 0,046 (Le) | 8 | 0,5441 |
| N224 | 1.505 | 0,75 | ø40 | Tubería 236 | 34,4 | 1,716 | 0,429 (Le) | 74 | 0,5369 |
| N223 | 1.505 | 0,75 | ø40 | Tubería 235 | 34,4 | 1,900 | 0,475 (Le) | 82 | 0,5289 |
| N222 | 1.505 | 0,75 | ø32 | Elemento de conexión 234 | - | - | - | 0 | 0,5289 |
| N221 | 1.505 | 0,75 | ø40 | Tubería 233 | 34,4 | 0,300 | 0,075 (Le) | 13 | 0,5276 |
| N220 | 1.861 | 0,59 | ø50 | Tubería 232 | 16,8 | 0,300 | 0,075 (Le) | 6 | 0,5270 |
| N219 | 3.876 | 0,78 | ø63 | Tubería 231 | 20,5 | 0,418 | 0,105 (Le) | 11 | 0,5260 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N218 | 3.876 | 0,78 | ø63 | Tubería 230 | 20,5 | 0,250 | 0,063 (Le) | 6 | 0,5253 |
| N217 | 3.876 | - | - | ST-1 | - | - | - | 3.001 | 0,2313 |
| N216 | 3.876 | 0,78 | ø40 | Elemento de conexión 228 | - | - | - | 0 | 0,2313 |
| N215 | 3.876 | 0,78 | ø63 | Tubería 227 | 20,5 | 0,368 | 0,092 (Le) | 9 | 0,2304 |
| N214 | 1.861 | 0,59 | ø50 | Tubería 225 | 16,8 | 0,300 | 0,075 (Le) | 6 | 0,2298 |
| N213 | 1.505 | 0,75 | ø40 | Tubería 294 | 34,4 | 0,300 | 0,075 (Le) | 13 | 0,2285 |
| N8 | 1.505 | 0,75 | ø40 | Tubería 7 | 34,4 | 0,300 | 0,075 (Le) | 13 | 0,2273 |
| | | | | Circulador ACS | | | | | 0,5959 |

**CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO RADIADORES (CALOR)**

| Tramo | Caudal (l/h) | Velocidad (m/s) | Diámetro Nominal | Tipo de Elemento | Pérdida unitaria (mmca/m) | Longitud (m) | Longitud equivalente (m), Ke ó Kv | Pérdidas tramo (mmca) | Presión final (bar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Circulador Radiadores | | | | | 0,6611 |
| N183 | 356 | 0,46 | ø25 | Tubería 191 | 26,3 | 1,800 | 0,450 (Le) | 59 | 0,6553 |
| N184 | 251 | 0,51 | ø20 | Tubería 200 | 42,6 | 8,170 | 2,042 (Le) | 435 | 0,6127 |
| N192 | 116 | 0,24 | ø20 | Tubería 209 | 11,5 | 0,900 | 0,225 (Le) | 13 | 0,6114 |
| N199 | 116 | 0,24 | ø20 | Tubería 210 | 11,5 | 1,090 | 0,273 (Le) | 16 | 0,6099 |
| N200 | 116 | 0,24 | ø20 | Tubería 211 | 11,5 | 3,811 | 0,953 (Le) | 55 | 0,6045 |
| N201 | 84 | 0,17 | ø16 | Elemento de conexión 217 | - | - | - | 0 | 0,6045 |
| N206 | 84 | 0,17 | ø20 | Tubería 218 | 6,6 | 4,381 | 1,095 (Le) | 36 | 0,6009 |
| N207 | 84 | 0,17 | ø20 | Tubería 219 | 6,6 | 0,346 | 0,086 (Le) | 3 | 0,6006 |
| N208 | 84 | 0,17 | ø20 | Tubería 220 | 6,6 | 3,400 | 0,850 (Le) | 28 | 0,5979 |
| N209 | 84 | 0,17 | ø20 | Tubería 221 | 6,6 | 0,450 | 0,113 (Le) | 4 | 0,5975 |
| N210 | 84 | 0,17 | ø20 | Tubería 222 | 6,6 | 0,096 | 0,024 (Le) | 1 | 0,5974 |
| N211 | 84 | - | - | vestuario chicos | - | - | - | 4 | 0,5970 |
| N242 | 84 | 0,17 | ø20 | Tubería 254 | 6,6 | 0,096 | 0,024 (Le) | 1 | 0,5969 |
| N241 | 84 | 0,17 | ø20 | Tubería 253 | 6,6 | 3,400 | 0,850 (Le) | 28 | 0,5942 |
| N240 | 84 | 0,17 | ø20 | Tubería 252 | 6,6 | 0,196 | 0,049 (Le) | 2 | 0,5940 |
| N239 | 84 | 0,17 | ø20 | Tubería 251 | 6,6 | 4,481 | 1,120 (Le) | 37 | 0,5904 |
| N238 | 116 | 0,24 | ø20 | Tubería 250 | 11,5 | 3,811 | 0,953 (Le) | 55 | 0,5850 |
| N237 | 116 | 0,24 | ø20 | Tubería 249 | 11,5 | 1,090 | 0,273 (Le) | 16 | 0,5835 |
| N236 | 116 | 0,24 | ø20 | Tubería 248 | 11,5 | 0,900 | 0,225 (Le) | 13 | 0,5822 |
| N235 | 251 | 0,51 | ø20 | Tubería 247 | 42,6 | 8,700 | 2,175 (Le) | 464 | 0,5368 |
| N230 | 356 | 0,46 | ø25 | Tubería 242 | 26,3 | 0,300 | 0,075 (Le) | 10 | 0,5358 |
| N229 | 356 | 0,46 | ø25 | Tubería 241 | 26,3 | 0,380 | 0,095 (Le) | 13 | 0,5346 |
| N228 | 356 | 0,46 | ø25 | Tubería 240 | 26,3 | 2,150 | 0,538 (Le) | 71 | 0,5276 |
| N227 | 356 | 0,46 | ø20 | Elemento de conexión 239 | - | - | - | 0 | 0,5276 |
| N220 | 1.861 | 0,59 | ø50 | Tubería 232 | 16,8 | 0,300 | 0,075 (Le) | 6 | 0,5270 |
| N219 | 3.876 | 0,78 | ø63 | Tubería 231 | 20,5 | 0,418 | 0,105 (Le) | 11 | 0,5260 |
| N218 | 3.876 | 0,78 | ø63 | Tubería 230 | 20,5 | 0,250 | 0,063 (Le) | 6 | 0,5253 |
| N217 | 3.876 | - | - | ST-1 | - | - | - | 3.001 | 0,2313 |
| N216 | 3.876 | 0,78 | ø40 | Elemento de conexión 228 | - | - | - | 0 | 0,2313 |
| N215 | 3.876 | 0,78 | ø63 | Tubería 227 | 20,5 | 0,368 | 0,092 (Le) | 9 | 0,2304 |
| N214 | 1.861 | 0,59 | ø50 | Tubería 225 | 16,8 | 0,300 | 0,075 (Le) | 6 | 0,2298 |
| N213 | 356 | 0,46 | ø25 | Tubería 224 | 26,3 | 0,300 | 0,075 (Le) | 10 | 0,2288 |
| | | | | Circulador Radiadores | | | | | 0,6611 |

**CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO AEROTERMOS (CALOR)**

| Tramo | Caudal (l/h) | Velocidad (m/s) | Diámetro Nominal | Tipo de Elemento | Pérdida unitaria (mmca/m) | Longitud (m) | Longitud equivalente (m), Ke ó Kv | Pérdidas tramo (mmca) | Presión final (bar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Circulador aerotermos | | | | | 1,0125 |
| N77 | 2.015 | 0,64 | ø50 | Tubería 79 | 19,4 | 1,800 | 0,450 (Le) | 44 | 1,0082 |
| N78 | 2.015 | 0,64 | ø50 | Tubería 80 | 19,4 | 0,795 | 0,199 (Le) | 19 | 1,0063 |
| N79 | 2.015 | 0,64 | ø32 | Elemento de conexión 81 | - | - | - | 0 | 1,0063 |
| N80 | 2.015 | 0,64 | ø50 | Tubería 82 | 19,4 | 1,409 | 0,352 (Le) | 34 | 1,0030 |
| N81 | 2.015 | 0,64 | ø50 | Tubería 83 | 19,4 | 3,500 | 0,875 (Le) | 85 | 0,9947 |
| N82 | 2.015 | 0,64 | ø50 | Tubería 84 | 19,4 | 5,100 | 1,275 (Le) | 123 | 0,9826 |
| N83 | 1.679 | 0,84 | ø32 | Elemento de conexión 85 | - | - | - | 0 | 0,9826 |
| N84 | 1.007 | 0,50 | ø40 | Tubería 98 | 17,0 | 18,217 | 4,554 (Le) | 387 | 0,9446 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N95 | 672 | 0,53 | ø32 | Tubería 99 | 24,7 | 10,170 | 2,543 (Le) | 314 | 0,9139 |
| N96 | 336 | 0,43 | ø25 | Tubería 100 | 23,8 | 11,047 | 2,762 (Le) | 328 | 0,8817 |
| N97 | 336 | 0,43 | ø20 | Elemento de conexión 101 | - | - | - | 0 | 0,8817 |
| N98 | 336 | 0,43 | ø25 | Tubería 102 | 23,8 | 0,100 | 0,025 (Le) | 3 | 0,8814 |
| N99 | 336 | 0,43 | ø25 | Tubería 103 | 23,8 | 3,000 | 0,750 (Le) | 89 | 0,8727 |
| N100 | 336 | 0,43 | ø25 | Tubería 104 | 23,8 | 0,202 | 0,051 (Le) | 6 | 0,8721 |
| N101 | 336 | - | - | Aerotermo 6 | - | - | - | 2.041 | 0,6722 |
| N263 | 336 | 0,43 | ø25 | Tubería 275 | 23,8 | 0,202 | 0,051 (Le) | 6 | 0,6716 |
| N262 | 336 | 0,43 | ø25 | Tubería 274 | 23,8 | 3,000 | 0,750 (Le) | 89 | 0,6629 |
| N261 | 336 | 0,43 | ø25 | Tubería 273 | 23,8 | 0,352 | 0,088 (Le) | 10 | 0,6618 |
| N260 | 336 | 0,43 | ø25 | Tubería 272 | 23,8 | 11,047 | 2,762 (Le) | 328 | 0,6297 |
| N259 | 672 | 0,53 | ø32 | Tubería 271 | 24,7 | 10,570 | 2,643 (Le) | 326 | 0,5977 |
| N258 | 1.007 | 0,50 | ø40 | Tubería 270 | 17,0 | 18,515 | 4,629 (Le) | 394 | 0,5591 |
| N257 | 2.015 | 0,64 | ø50 | Tubería 269 | 19,4 | 5,300 | 1,325 (Le) | 128 | 0,5466 |
| N256 | 2.015 | 0,64 | ø50 | Tubería 268 | 19,4 | 3,500 | 0,875 (Le) | 85 | 0,5383 |
| N255 | 2.015 | 0,64 | ø50 | Tubería 267 | 19,4 | 1,659 | 0,415 (Le) | 40 | 0,5343 |
| N254 | 2.015 | 0,64 | ø50 | Tubería 266 | 19,4 | 0,943 | 0,236 (Le) | 23 | 0,5321 |
| N253 | 2.015 | 0,64 | ø50 | Tubería 265 | 19,4 | 2,150 | 0,538 (Le) | 52 | 0,5270 |
| N252 | 2.015 | 0,64 | ø32 | Elemento de conexión 264 | - | - | - | 0 | 0,5270 |
| N219 | 3.876 | 0,78 | ø63 | Tubería 231 | 20,5 | 0,418 | 0,105 (Le) | 11 | 0,5260 |
| N218 | 3.876 | 0,78 | ø63 | Tubería 230 | 20,5 | 0,250 | 0,063 (Le) | 6 | 0,5253 |
| N217 | 3.876 | - | - | ST-1 | - | - | - | 3.001 | 0,2313 |
| N216 | 3.876 | 0,78 | ø40 | Elemento de conexión 228 | - | - | - | 0 | 0,2313 |
| N215 | 3.876 | 0,78 | ø63 | Tubería 227 | 20,5 | 0,368 | 0,092 (Le) | 9 | 0,2304 |
| N214 | 2.015 | 0,64 | ø50 | Tubería 226 | 19,4 | 0,300 | 0,075 (Le) | 7 | 0,2297 |
| | | | | Circulador aerotermos | | | | | 1,0125 |

RESUMEN DE PÉRDIDAS DE CARGA DE CIRCUITO:

(Las pérdidas de carga en las redes se han limitado a una velocidad máxima de 1 m/s).

**BLOQUE AULAS** Potencia térmica total = 71,307 kW

**Circuito RADIADORES AULAS SUR**

- Temperatura de consigna/Salto térmico = 65,0 °C/10,0 °C
- Caudal nominal del circuito = 2.362 l/h
- Presión nominal del circuito = 0,4 bar
- Volumen total de agua = 162,43 l
- Pérdidas térmicas en las tuberías = 3,798 kW (5,33%)

**Circuito RADIADORES AULAS NORTE**

- Temperatura de consigna/Salto térmico = 65,0 °C/10,0 °C
- Caudal nominal del circuito = 2.189 l/h
- Presión nominal del circuito = 0,4 bar
- Volumen total de agua = 162,35 l
- Pérdidas térmicas en las tuberías = 3,964 kW (5,56%)

**Circuito BATERIAS SAIV**

- Temperatura de consigna/Salto térmico = 65,0 °C/10,0 °C
- Caudal nominal del circuito = 1.582 l/h
- Presión nominal del circuito = 0,2 bar

- Volumen total de agua = 127,4 l
- Pérdidas térmicas en las tuberías = 2,647 kW

**EDIFICIO GIMNASIO** Potencia térmica total = 45,069 kW

**Circuito ACS EDIFICIO GIMNASIO**

- Temperatura de consigna/Salto térmico = 65,0 °C/10,0 °C
- Caudal nominal del circuito = 1.505 l/h
- Presión nominal del circuito = 0,37 bar
- Volumen total de agua = 59,9 l
- Pérdidas térmicas en las tuberías = 1,121 kW

**Circuito Aerotermos**

- Temperatura de consigna/Salto térmico = 65,0 °C/10,0 °C
- Caudal nominal del circuito = 2.170,8 l/h
- Presión nominal del circuito = 0,823 bar
- Volumen total de agua = 99,97 l
- Pérdidas térmicas en las tuberías = 1,909 kW

**Circuito Radiadores**

- Temperatura de consigna/Salto térmico = 65,0 °C/10,0 °C
- Caudal nominal del circuito = 356 l/h
- Presión nominal del circuito = 0,43 bar
- Volumen total de agua = 63,1 l
- Pérdidas térmicas en las tuberías = 1,395 kW

El cálculo del vaso de expansión se realiza en base a la UNE 10055 2004.

El sistema de expansión tiene la misión de absorber las variaciones de volumen del fluido caloportador contenido en un circuito cerrado al variar su temperatura, manteniendo su presión entre límites preestablecidos e impidiendo, al mismo tiempo, pérdidas y reposiciones de la masa del fluido.

El volumen o capacidad útil que debe tener el depósito debe ser al menos de:

$Vu = V \cdot Ce$

Donde:

$V_u$ = Volumen o capacidad útil del vaso de expansión.

V = Contenido total de agua en el circuito.

$C_e$ = Coeficiente de dilatación del fluido térmico en %.

BLOQUE AULAS:

El volumen total de fluido en la instalación del BLOQUE DE AULAS es 454,62 l, resultante de la suma del contenido en los intercambiadores de los generadores térmicos, en las unidades terminales, colectores, y la capacidad de las tuberías de todo el circuito.

Tomando un factor de seguridad del 10% se obtiene un contenido de agua en el circuito de:

V = 454,62 * 1,1 = 500 l

Para una temperatura máxima de funcionamiento del agua en el circuito de 65 °C el coeficiente de expansión resultante de aplicar la ecuación (3) de dicha norma es de:

Ce = 0,01945

Por tanto el volumen útil del vaso de expansión deber ser de:

Vu = 500 · 0,01945 = 9,7 l (BLOQUE AULAS)

La presión relativa inicial deberá ser suficiente para que en el punto más elevado del circuito y, por tanto, en todos los puntos, exista una presión superior a la presión atmosférica para evitar la entrada de aire. La presión mínima en el punto más elevado deberá ser de 0,300 bar. Por tanto, teniendo en cuenta que la altura de la instalación sobre el vaso de expansión es de 6,4 m, la presión absoluta de llenado inicial de la cámara de gas se fija en Pm = 0,927 bar + 1,013 bar.

Por otra parte, y teniendo en cuenta la presión de tarado de las válvulas de seguridad, la presión absoluta máxima de trabajo se establece en PM = 5,000 bar + 1,013 bar. Con estos valores se obtiene un coeficiente de presión:

CP = PM/(PM - Pm) = 1,471

Por tanto la capacidad total del depósito debe ser:

Vt = Vu · CP = 14,26 l

Se elige un depósito de expansión cerrado con las siguientes características:

Capacidad total: 18,00 l

Presión absoluta máxima de trabajo: 6,013 bar

Presión absoluta de llenado: 1,9403 bar

Presión de tarado de la válvula de seguridad: 5,000 bar

GIMNASIO:

El volumen total de fluido en la instalación del GIMNASIO es 63,09 l, resultante de la suma del contenido en los intercambiadores de los generadores térmicos, en las unidades terminales, colectores, y la capacidad de las tuberías de todo el circuito.

Tomando un factor de seguridad del 10% se obtiene un contenido de agua en el circuito de:

V = 61,75 · 1,1 = 69,4 l

Para una temperatura máxima de funcionamiento del agua en el circuito de 97,5 °C el coeficiente de expansión resultante de aplicar la ecuación (3) de dicha norma es de:

Ce = 0,04009.

Por tanto el volumen útil del vaso de expansión deber ser de:

Vu = 67,92 · 0,04009 = 2,78 l (GIMNASIO)

El coeficiente de presión del gas (CP) relaciona la presión máxima de trabajo (PM) y la presión inicial de llenado del gas (Pm), ambas como presiones absolutas:

CP = PM / (PM - Pm)

La presión relativa inicial deberá ser suficiente para que en el punto más elevado del circuito y, por tanto, en todos los puntos, exista una presión superior a la presión atmosférica para evitar la entrada de aire. La presión mínima en el punto más elevado deberá ser de 0,500 bar. Por tanto, teniendo en cuenta la altura de la instalación sobre el vaso de expansión, la presión absoluta de llenado inicial de la cámara de gas se fija en Pm = 0,5 bar + 1,013 bar.

Por otra parte, y teniendo en cuenta la presión de tarado de las válvulas de seguridad, la presión absoluta máxima de trabajo se establece en PM = 5,000 bar + 1,013 bar. Con estos valores se obtiene un coeficiente de presión:

CP = PM/(PM - Pm) = 1,450

Por tanto la capacidad total del depósito debe ser:

Vt = Vu · CP = 4,04 l

Se elige un depósito de expansión cerrado con las siguientes características:

Capacidad total: 10,00 l

Presión absoluta máxima de trabajo: 6,0134 bar

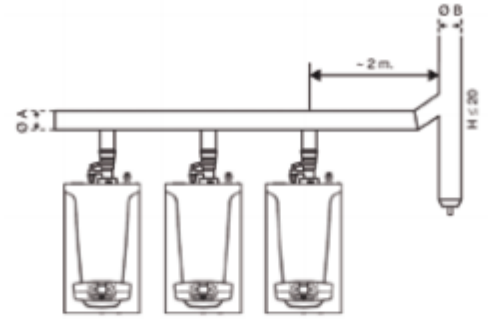
Presión absoluta de llenado: 1,8815 bar

Presión de tarado de la válvula de seguridad: 5,000 bar

**CÁLCULOS CHIMENEAS:**

El dimensionado de la chimenea se realiza con el kit de salida de humos del fabricante.

Diametros de evacuación (A y B), según el nº de calderas en cascada y la longitud de la chimenea (H)




| Nº de calderas en cascada | Ø A (mm) del kit de evacuación, según nº y modelo de caldera | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BIOS PLUS 50 F | BIOS PLUS 70 F | BIOS PLUS 90 F | BIOS PLUS 110 F |
| 2 | 125 / 125 | 125 / 125 | 160 / 160 | 160 / 160 |
| 3 | 125 / 125 | 160 / 160 | 200 / 200 | 200 / 200 |
| 4 | 125 / 160 | 200 / 200 | 200 / 200 | 200 / 200 |
| 5 | 160 / 160 | 200 / 200 | 200 / 200 | (*) 250 / (*) 250 |
| 6 | 160 / 160 | 200 / 200 | (*) 250 / (*) 250 | (*) 250 / (*) 250 |
| | Ø B (mm) de la chimenea (H), según nº y modelo de caldera y para una longitud H ≤ 20 metros. | | | |

(*) Diámetro 250 mm no disponible como accesorio

## IC5. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS A INCORPORAR

Todos los equipos de climatización se construirán conforme a directivas europeas y dispondrán de marcado CE que lo acredite. A nivel informativo se hace una descripción de los componentes más representativos indicando casa comercial, siendo válido cualquier otra que disponga del indicado marcado y tenga características similares.

## IC6. EJECUCIÓN, PRUEBAS Y CONTROLES

La modificación y ampliación de la instalación será realizada por empresa instaladora autorizada, tal y como indica el Art. 19 del RITE.

La empresa instaladora realizará las pruebas establecidas en el RITE, previo al tapado u ocultación de las tuberías y conductos.

La realización de las pruebas consistirá en el estricto seguimiento de los pasos indicados en las siguientes IT del RITE:

- IT 2.2.2.2 Preparación y limpieza de tuberías.
- IT 2.2.2.2 Prueba preliminar de estanqueidad.
- IT 2.2.2.4 Prueba de resistencia.
- IT 2.2.2.5 Reparación de fugas (de producirse).
- IT 2.2.4 Pruebas de libre dilatación.
- IT 2.2.5.1 Preparación y limpieza de redes de conductos.
- IT 2.2.5.2 Pruebas de resistencia estructural y estanqueidad.
- IT 2.2.7 Pruebas finales.
- IT 2.4 Eficiencia energética.

El ajuste de la instalación consistirá en la realización de los ajustes indicados en las siguientes IT del RITE:

- IT Sistemas de distribución y difusión de aire
- IT 2.3.3 Sistemas de distribución de agua.
- IT 2.2.7 Control automático.

La total verificación del cumplimiento del RITE se llevará a cabo, mediante la verificación de:

- Haberse cumplido durante la ejecución el diseño del proyecto.
- Mediante el correcto uso y la realización de las tareas de mantenimiento.

Una vez finalizada la instalación, en base a este proyecto complementado mediante la memoria técnica y las pruebas, todo ello realizado por instalador autorizado, la empresa instaladora entregará el certificado de la instalación, convenientemente diligenciado.

La instalación estará sometida a cargo del titular al mantenimiento preventivo para instalaciones de más de 70 Kw descrito en la IT 3.2 del RITE, para lo cual se recomienda seguir las instrucciones de la guía técnica nº 1 del IDAE, titulada “Mantenimiento de instalaciones térmicas”, cuyo objeto es la programación de los protocolos específicos de mantenimiento de las instalaciones térmicas de los edificios, así como los procedimientos de documentación y archivo de todas las actuaciones preventivas y de reparación que tengan lugar en cada instalación.

## IC7. ANEJO. DETALLE CARGAS CALEFACCIÓN EDIFICIO DE AULAS Y GIMNASIO

El edificio se encuentra en Loeches, Madrid, zona climática D3. Tiene un uso docente deportivo, y está compuesto por los siguientes espacios:

Edificio Bloque Aulas:

| RELACIÓN DE ESPACIOS DEL EDIFICIO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Referencia** | **Tipo de uso** | **Actividad** | **Unidad de uso** | **Superficie m²** | **Altura m** |
| **BAJA** | | | | | |
| DESDOBLE 1 | Acondicionado | Aulas, aulas de tutoría | - | 30,4 | 4,000 |
| CORTAVIENTOS | No acondicionado | Halls de entrada | - | 16,3 | 8,140 |
| PASILLO Y ESCALERA | Acondicionado | Áreas de circulación, pasillos | - | 130,2 | 4,000 |
| AULA ESO 4 | Acondicionado | Aulas, aulas de tutoría | - | 55,4 | 4,000 |
| AULA ESO 1 | Acondicionado | Aulas, aulas de tutoría | - | 55,4 | 4,000 |
| AULA PLÁSTICA | Acondicionado | Aulas, aulas de tutoría | - | 69,1 | 4,000 |
| AULA ESO 3 | Acondicionado | Aulas, aulas de tutoría | - | 55,4 | 4,000 |
| AULA ESO 2 | Acondicionado | Aulas, aulas de tutoría | - | 55,4 | 4,000 |
| ESCALERA BAJA | Acondicionado | Escaleras | - | 83,5 | 4,000 |
| **PRIMERA** | | | | | |
| ESCALERA 1 | Acondicionado | Escaleras | - | 83,6 | 4,140 |
| AULA INFORMÁTICA | Acondicionado | Aulas, aulas de tutoría | - | 76,7 | 4,140 |
| AULA DESDOBLE 2 | Acondicionado | Aulas, aulas de tutoría | - | 29,4 | 4,140 |
| PASILLO ESCALERA PRIMERA | Acondicionado | Áreas de circulación, pasillos | - | 125,2 | 4,140 |
| AULA MÚSICA | Acondicionado | Aulas, aulas de tutoría | - | 66,2 | 4,140 |
| AULA DESDOBLE 3 | Acondicionado | Aulas, aulas de tutoría | - | 27,6 | 4,140 |
| TALLER TECNOLOGÍA | Acondicionado | Aulas, aulas de tutoría | - | 126,2 | 4,140 |

Edificio Gimnasio:

| RELACIÓN DE ESPACIOS DEL EDIFICIO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Referencia** | **Tipo de uso** | **Actividad** | **Unidad de uso** | **Superficie m²** | **Altura m** |
| PISTA BALONCESTO | Acondicionado | Salas de deporte, gimnasios piscinas | POLIDEPORTIVO | 656,4 | 8,440 |
| CORTAVIENTOS | No habitable | Áreas de circulación, pasillos | - | 13,0 | 4,140 |
| ASEOS Y VESTUARIO ALUMNAS | Acondicionado | Aseos de planta | POLIDEPORTIVO | 49,1 | 4,140 |
| ASEO PROFESOR | Acondicionado | Aseos de planta | POLIDEPORTIVO | 7,2 | 4,140 |
| ASEOS Y VESTUARIO ALUMNOS | Acondicionado | Aseos de planta | POLIDEPORTIVO | 49,2 | 4,140 |
| VESTÍBULO | Acondicionado | Áreas de circulación, pasillos | POLIDEPORTIVO | 23,8 | 4,140 |
| ALMACÉN | No habitable | Almacenes de material de profesores | - | 12,2 | 4,140 |
| DESPACHO MONITOR | Acondicionado | Salas de profesores | POLIDEPORTIVO | 16,9 | 4,140 |
| INSTALACIONES | No habitable | Sala de calderas | - | 11,9 | 4,140 |

Tipo: Espacio acondicionado (AC), no acondicionado (NA) y no habitable (NH).

Los elementos constructivos se describen en el Anexo AM3 “Certificación Energética”, donde se describen los cerramientos en cumplimiento del HE-1.

Tanto la iluminación como la carga de vida a la actividad metabólica, no se han considerado en el cálculo de la calefacción.

Se utilizan dos juegos de condiciones climáticas diferentes, uno con datos para un día tipo de cada mes, que representa las condiciones climáticas extremas y que será utilizado para el cálculo de las cargas

térmicas máximas y mínimas; y otro con la evolución anual hora a hora (8760 registros) de las principales variables climáticas, y que será utilizado en el cómputo de la demanda energética anual.

Las condiciones exteriores extremas para cálculos de calefacción serán las mismas para cualquier hora y mes de invierno:

- Percentil condiciones de invierno 99,0 %
- Temperatura seca invierno -3,8 °C
- Temperatura húmeda invierno -4,2 °C
- Humedad relativa de invierno 90,0 %

Las condiciones climáticas para el resto de días del año se obtienen aplicando las tablas de correcciones de la norma UNE 100014-2004 "Climatización. Bases para el proyecto. Condiciones exteriores de cálculo" según los parámetros siguientes:

- Variación diurna de temperaturas 18,7 °C
- Variación anual de temperaturas 40,2 °C

Para estimar la radiación solar máxima incidente se utilizará el modelo no espectral desarrollado por Bird y Hulstrom considerando una atmósfera Limpia de polvo (campo).

Se considera que la temperatura del terreno es 14,3°C, obtenida como la media anual de las temperaturas secas exteriores.

El cálculo de la demanda de energía se realizará en base a los datos meteorológicos sintéticos, generados con el programa CLIMED 1.3 a partir de los datos climáticos de la Agencia Estatal de Meteorología. Estos datos están disponibles para todas las capitales de provincia, ciudades autónomas y localidades tipo de cada zona climática y se suministran junto a los programas informáticos oficiales LIDER y CALENER.

El archivo de datos climáticos utilizado es "madrid.met".

Teniendo en cuenta el entorno que rodea al edificio, se considera que la calidad del aire exterior es de nivel ODA 1: Aire puro que se ensucia sólo temporalmente.

**OPERATIVA DE CÁLCULO**

El cálculo térmico y energético se realiza de acuerdo con el "Documento de Condiciones de Aceptación de Programas Informáticos Alternativos", editado por el IDAE en colaboración con la Dirección General de Urbanismo y Política de Vivienda.

Este documento describe las bases de funcionamiento de los programas oficiales LIDER y CALENER, en particular:

- Nivel mínimo de modelización, hipótesis comunes y valores por defecto.
- Datos climáticos oficiales de un año tipo generados hora a hora (8760 registros) para cada una de las capitales de provincia y ciudades autónomas.
- Catálogo de materiales del Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción.
- Condiciones operacionales tipo para Viviendas y No Residencial.
- Factores de corrección de equipos (CALENER_VYP y CALENER_GT).

También se tienen en cuenta las prescripciones del RITE-2007 (R.D. 47/2007), en especial las que afectan a las condiciones de cálculo y ventilación:

- Calidad térmica del ambiente. Condiciones interiores.
- Calidad aire interior. Ventilación. IDA y CTE-HS3

La secuencia de cálculo que se ha seguido es la siguiente:

- Cálculo de las ganancias instantáneas para las 8760 horas del año tipo oficial.
- Cálculo de las ganancias instantáneas para las 24 horas del día tipo de cada mes obtenidas sus condiciones según las normas UNE 100001 y UNE 100014.
- Conversión de las ganancias instantáneas a carga térmica supuesta constante la temperatura interior de los locales.
- Selección de la potencia nominal de los equipos y unidades terminales en base a las cargas térmicas correspondientes a los días tipo de cada mes.
- Cálculo de la potencia de suministro/extracción de los equipos acondicionadores teniendo en cuenta las cargas térmicas obtenidas para el año tipo y la variación de las temperaturas de consigna de acuerdo a las condiciones operacionales.
- Obtención de la demanda de energía teórica.
- Simulación del funcionamiento de los equipos y unidades terminales.
- Cálculo del consumo energético y de las emisiones de CO2.

A continuación, se describen de forma detallada cada uno de los métodos de cálculo utilizados en estos procesos.

GANANCIAS INSTANTÁNEAS

Las ganancias térmicas instantáneas representan los flujos de calor que entran (positivos) o salen (negativos) del espacio acondicionado. A continuación, se detalla el cálculo de estas ganancias según su procedencia.

GANANCIAS POR RADIACIÓN SOLAR A TRAVÉS DE CERRAMIENTOS SEMITRANSPARENTES

La ganancia solar QGAN,t en un instante t. sobre una superficie acristalada de área A y con una fracción de vidrio de FV viene dada por la expresión:

$$Q_{GAN,t} = I_{TR} \cdot A \cdot FV$$

Donde:

- $I_{TR}$: Radiación máxima que atraviesa la superficie acristalada (w/m²)

La energía que atraviesa el cerramiento semitransparente viene dada por la radiación transmitida más la absorbida que es devuelta hacia el interior.

$$I_{TR} = I'_D \cdot \tau_D + I_d \cdot \tau_d + (\alpha_D \cdot I'_D + \alpha_d \cdot I_d) \cdot \frac{hi}{he + hi}$$

- $I'_D$: Radiación directa sobre la superficie soleada del cerramiento (w/m²)
- $t_D$: Transmisividad del vidrio a incidencia real.
- $t_d$: Transmisividad del vidrio a incidencia normal.
- $a_D$: Absortividad del vidrio a incidencia real.
- $a_d$: Absortividad del vidrio a incidencia normal.
- hi: Coeficiente de convección interior (W/m²·K)
- he: Coeficiente de convección exterior (W/m²·K)

El factor solar resultante del cerramiento semitransparente para las condiciones de radiación definidas tendría la siguiente forma:

$$FS = \frac{I_{TR}}{I_T} = \frac{I'_D \cdot \tau_D + I_d \cdot \tau_d + (\alpha_D \cdot I'_D + \alpha_d \cdot I_d) \cdot \frac{hi}{he + hi}}{I_D + I_d}$$

Se realiza el cálculo de la posición solar en cada instante, calculando la fracción soleada y sombreada de cada cerramiento semitransparente, teniendo en cuenta para ello tanto las sombras producidas por el propio edificio como las debidas a los obstáculos de sombra que se hayan definido.

El documento de "Aceptación de programas Informáticos alternativos" a LIDER y CALENER da los siguientes valores por defecto:

- Coeficiente de reflexión de las superficies adyacentes 0,2.
- Resistencia superficial exterior convectivo-radiante (1/he): 0,04 m²·K/W
- Resistencia superficial interior convectivo-radiante (1/hi): 0,13 m²·K/W

Los valores de la transmisividad y absortividad de los vidrios se obtienen partiendo del factor solar dado por el fabricante y aplicando las tablas 4.2 y 4.3 de este documento.

TRANSMISIÓN A TRAVÉS DE PAREDES Y TECHOS

En este aparatado se contemplan los cerramientos opacos de separación con el ambiente exterior, exceptuando los que no reciben directamente los rayos solares.

La ganancia instantánea se debe tanto a la diferencia de temperaturas del aire en contacto con sus caras interiores y exteriores, como a la radiación solar absorbida por las superficies exteriores.

Se requiere un método de cálculo en régimen transitorio ya que tanto la radiación solar como la temperatura exterior varían con el tiempo, además la inercia térmica del cerramiento influye en el almacenamiento de calor y por tanto en el retardo en la transmisión térmica.

El método de cálculo utilizado es el desarrollado por Mitalas y Stephenson denominado "Z-Transfer functions" y descrito del siguiente modo por ASHRAE en su manual "HVAC Fundamentals":

$$Q_{GAN,t} = A \cdot \left[ \sum_{n=0} b_n \cdot (t_{sa,t-n\Delta}) - \sum_{n=1} d_n \cdot \frac{(Q_{GAN,t-n\Delta})}{A} - t_{ai} \cdot \sum_{n=0} c_n \right]$$

Donde:

- A: Área de la superficie interior del cerramiento (m²).
- tsa,t-nD: Temperatura sol aire en el instante
- t-nD.D: Incremento de tiempos igual a 1 hora.
- tai: Temperatura de consigna del espacio supuesta constante.
- bn, cn, dn: Coeficientes de la función de transferencia según el tipo de cerramiento.

La temperatura sol-aire es una temperatura ficticia que sirve para corregir el efecto de la convección y de los rayos solares sobre la superficie exterior del cerramiento:

$$t_{sa} = t_{ec} + \alpha \cdot \frac{I_t}{h_e} - h_r \cdot \frac{(t_{ec} - t_c)}{h_e}$$

Donde:

- $t_{sa}$: Temperatura sol-aire para un día y una hora dadas (°C).
- $t_{ec}$: Temperatura seca exterior corregida según día y hora (°C).
- $I_T$: Radiación solar incidente en la superficie (w/m²).
- $h_e$: Coeficiente de termotransferencia de la superficie exterior (w/m² °C).
- $h_r$: Coeficiente de radiación de la superficie exterior (w/m² °C).
- $t_c$: Temperatura de cielo según día y hora (°C).
- a: Absortividad de la superficie frente la radiación solar (depende del color).

TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHOS.

En este aparatado se tratan las particiones interiores de separación entre espacios, así como los cerramientos de la envolvente que no están expuestos a la radiación solar.

También se calcula según este método las ganancias por conducción a través de cerramientos semitransparentes.

Las ganancias instantáneas se calculan en régimen permanente ya que las condiciones de contorno se mantienen prácticamente constantes y además se trata de cerramientos de poca masa, con lo cual su inercia térmica es despreciable.

$$Q_{GAN,t} = U \cdot A \cdot (t_i - t_{ai})$$

Donde:

- U: Transmitancia del cerramiento (w/m²·°C).
- A: Área de la superficie interior del cerramiento (m²).
- $t_i$: Temperatura del lado contiguo (°C).
- $t_{ai}$: Temperatura interior del espacio supuesta constante (°C).

GANANCIAS DEBIDAS A LA VENTILACIÓN DE AIRE EXTERIOR E INFILTRACIONES

Ganancias instantáneas de calor debido al aire exterior introducido en los locales por medio de la ventilación, o a causa de las infiltraciones por los huecos del edificio. Estas ganancias se consideran convectivas y pasan directamente a ser cargas de refrigeración.

$$Q_{GAN,t} = 1{,}23 \cdot f_a \cdot \dot{V}_{ae\,s} \cdot Fu_t \cdot (t_{ec} - t_{ai})$$

Donde:

- $f_a$: Coeficiente corrector por altitud geográfica.
- $V_{ae}$: Caudal de aire exterior (l/s).
- $t_{ec}$: Temperatura seca exterior corregida (°C).
- $t_{ai}$: Temperatura del espacio interior supuesta constante (°C).
- $Fu_t$: Factor de utilización de la ventilación para el instante t.

Se considera que el 100% del calor sensible aparece por convección.

$$Q_{GANi,t} = 3010 \cdot f_a \cdot \dot{V}_{ae\,s} \cdot Fu_t \cdot (X_{ec} - X_{ai})$$

Donde:

- $Q_{GANl,t}$: Ganancia de calor latente en el instante t (w).
- $f_a$: Coeficiente corrector por altitud geográfica.
- $V_{ae}$: Caudal de aire exterior (l/s).
- $X_{ec}$: Humedad específica exterior corregida (kg agua/kg aire).
- $X_{ai}$: Humedad específica del espacio interior (kg agua/kg aire).
- $Fu_t$: Factor de utilización de la ventilación para el instante t.

GANANCIA DE CALOR DEBIDA A FUENTES INTERNAS

En este apartado se agrupan las ganancias de calor debida a los elementos existentes en el interior de los locales a acondicionar. Estos son las personas, la iluminación, los equipos eléctricos y los térmicos.

Ocupación

Calor generado por las personas que se encuentran dentro de cada local. Este calor es función principalmente del número de personas y del tipo de actividad que están desarrollando.

$$Q_{GAN,t} = Qo_s \cdot n \cdot Fu_t$$

Donde:

- $Qo_s$: Ganancia sensible por persona (w). Depende del tipo de actividad.
- n: Número de ocupantes.
- $Fu_t$: Factor de ocupación para el instante t.

Se considera que el 60% del calor sensible se disipa por radiación y el resto por convección.

$$Q_{GANl,t} = Qo_l \cdot n \cdot Fu_t$$

Donde:

- $Qo_l$: Ganancia latente por persona (w). Depende del tipo de actividad.
- n: Número de ocupantes.
- $Fu_t$: Factor de ocupación para el instante t.

Iluminación

Calor generado por los aparatos de alumbrado que se encuentran dentro de cada local. Este calor es función principalmente del número y tipo de luminarias instaladas.

$$Q_{GAN,t} = Qi \cdot n \cdot Fu_t$$

Donde:

- Qi: Potencia por luminaria (w). Para fluorescente se multiplica por 1'25.
- n: Número de luminarias.
- Fut: Factor de utilización de la iluminación para el instante t.

Se considera que 80% del calor se disipa por radiación y el resto por convección.

Equipos eléctricos y térmicos

Calor generado por los aparatos eléctricos o térmicos que se encuentran dentro de cada local. Este calor es función principalmente del número y tipo de aparatos.

$$Q_{GAN,t} = Qe_s \cdot n \cdot Fu_t$$

Donde:

- $Qe_s$: Ganancia sensible por aparato (w). Depende del tipo.
- n: Número de aparatos.
- $Fu_t$: Factor de utilización de la iluminación para el instante t.

Se considera que el 70% del calor sensible se disipa por radiación y el resto por convección.

Donde:

- $Qe_l$: Ganancia latente por aparato (w). Depende del tipo.
- n: Número de aparatos.
- $Fu_t$: Factor de utilización de la iluminación para el instante t.

CARGA TÉRMICA A PARTIR DE GANANCIAS INSTANTÁNEAS

La carga térmica depende de la magnitud y naturaleza de la ganancia instantánea así como del tipo de construcción del local, de su contenido, del tipo de iluminación y de su nivel de circulación de aire.

Las ganancias instantáneas de calor latente así como las fracciones correspondientes de calor sensible que aparecen por convección pasan directamente a ser cargas térmicas.

Las ganancias debidas a la radiación solar, transmisión y fracciones radiantes de fuentes internas, se transforman en cargas por medio de la función de transferencia siguiente:

$$Q_{TER,t} = v_0 \times Q_{GAN,t} + v_1 \times Q_{GAN,t-\Delta} + v_2 \times Q_{GAN,t-\Delta 2} - w_1 \times Q_{TER,t-\Delta}$$

- QTER,t: Carga térmica para el instante t (w).
- D: Incremento de tiempos igual a 1 hora.
- vo, v1 y v2: Coeficientes en función de la naturaleza de la ganancia térmica instantánea y de la capacidad de almacenamiento de calor de los cerramientos.
- w1: Coeficiente en función del nivel de circulación del aire en el local.

Se utilizan los factores de respuesta precalculados por ASHRAE para tres configuraciones tipo de espacios: ***Ligeros, medios o pesados.***

CÁLCULO DE LA POTENCIA DEMANDADA POR EL EQUIPO

El cálculo de la carga térmica se realiza admitiendo una temperatura constante en el interior del espacio acondicionado, sin embargo este supuesto no es real ya que el equipo de climatización, en la mayoría de las ocasiones, no tiene un funcionamiento continuo.

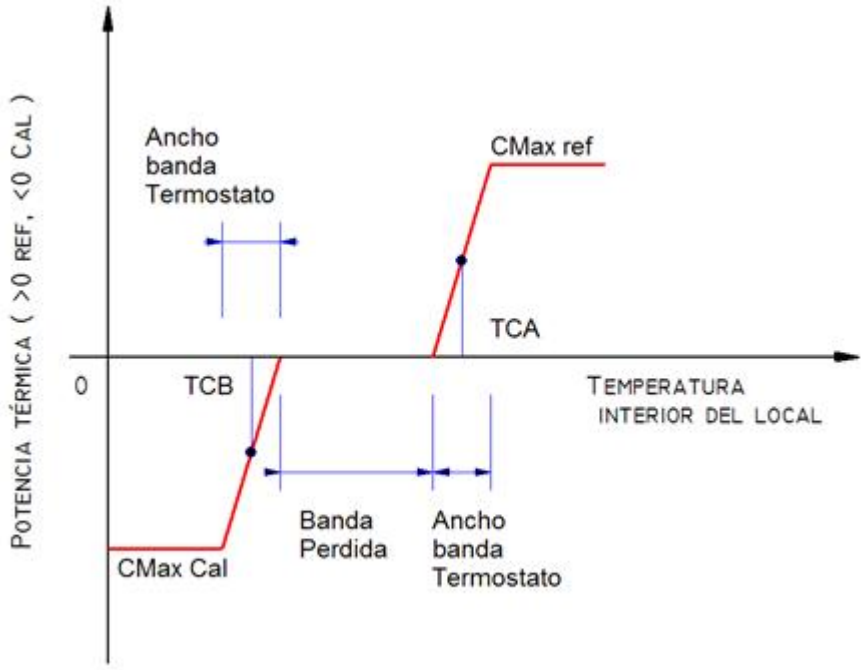
Por ejemplo, una parada nocturna o durante fin de semana hace que la temperatura interior del local oscile libremente. Cuando el equipo arranca las condiciones de partida son muy diferentes a las que se tomaron para el cálculo de la carga térmica, y por tanto la potencia del equipo podrá ser muy superior.

Por tanto la potencia de extracción es la cantidad de calor eliminado o añadido realmente por el sistema de climatización de una zona, bajo la hipótesis de que la temperatura de la zona no es constante con el tiempo.

El efecto que esta desviación de la temperatura interior tiene sobre la carga térmica resultante se resuelve utilizando el concepto de función de transferencia.

Se requieren datos adicionales como son las características del equipo acondicionador y las condiciones operacionales de utilización del local, que describe el modo de funcionamiento a lo largo de un año tipo, con los períodos de parada y los períodos de ajuste a temperatura de consigna alta y baja.

Se ha utilizado un modelo termostático de control proporcional con banda perdida y gamas dobles de reducción de la sección de paso. TCA y TCB representan las temperaturas de consigna Alta y Baja respectivamente.




De este modo se supone que existe una relación lineal entre las desviaciones de la temperatura interior del local con respecto a la temperatura de consigna y el calor extraído por el sistema, según la ecuación:

$$ER_t = W_t + S \cdot t_{rt}$$

Donde:

- $ER_t$: Velocidad de eliminación del calor del ambiente en el instante t.
- $t_{rt}$: Temperatura del aire en el espacio en el tiempo t.

- W y S: Parámetros que caracterizan el rendimiento del equipo de climatización y que están relacionados con la capacidad máxima de calefacción y refrigeración, y con el ancho de banda del termostato.

La función de transferencia que relaciona la velocidad de extracción de calor con la temperatura del aire ambiente tiene la forma siguiente:

$$\sum_{i=0}^{1} p_i \cdot (ER_{t-\Delta} - Q_{t-\Delta}) = \sum_{i=0}^{2} g_i \cdot (T_{rc} - T_{r,t-\Delta})$$

Donde:

- ERt: Velocidad de eliminación del calor del ambiente en el instante t.
- gi y pi: Coeficientes de la función de transferencia.
- Qt: Carga térmica a temperatura constante para el instante t.
- Trc: Temperatura ambiental supuestamente constante.
- Tr,t: Temperatura ambiental resultante.
- D: Incremento de tiempos igual a 1 hora.

Los coeficientes de la función de transferencia g se obtienen según el tipo de construcción, de la transmitancia hacia los alrededores y del nivel de ventilación e infiltraciones.

Las dos ecuaciones anteriores pueden resolverse simultáneamente para ERt, teniendo en cuenta que nunca se podrán superar las capacidades máximas del equipo de climatización, ERmax y ERmin, para refrigeración y calefacción respectivamente.

De esta forma se obtienen las potencias reales de acondicionamiento así como la evolución de la temperatura en el interior del local para cada instante de funcionamiento.

CÁLCULO DE LA DEMANDA TÉRMICA Y EMISIONES DE CO2

La demanda térmica se obtiene integrando las potencias de calefacción y refrigeración calculadas según el procedimiento descrito en el apartado anterior, para el período de funcionamiento de las instalaciones.

El consumo de energía final se calcula simulando el comportamiento de los equipos de climatización en base a los datos de consumo del fabricante y aplicando los factores de corrección por funcionamiento a carga parcial, por variación de las condiciones de temperatura y humedad que afectan a los equipos, etc…

Los factores de corrección que se utilizan son los utilizados por el programa oficial CALENER, descritos en el documento "Condiciones de aceptación de programas informáticos alternativos", editados por el IDAE en colaboración con la Dirección General de Urbanismo y Política de Vivienda.

Utilizando los coeficientes de paso de energía final a energía primaria y a emisiones de CO2 se obtienen tanto las necesidades energéticas, como los costes de operación y los niveles de emisiones contaminantes.

Los coeficientes de paso que aparecen en la tabla siguiente son los proporcionados por el IDAE en el documento de referencia mencionado anteriormente:

| Tipo de energía | Coeficiente de paso a energía primaria: kWhep / kWhef | Coeficiente de paso a emisiones kg CO2 / kWhef |
|---|---|---|
| *Gas Natural* | 1,195 | 0,252 |
| *GLP* | 1,204 | 0,254 |
| *Gasóleo* | 1,182 | 0,311 |
| *Fuel-oil* | 1,182 | 0,311 |
| *Carbón doméstico* | 1,084 | 0,472 |
| *Biomasa y biocarburantes* | 1,037 | 0,018 |
| *Biomasa densificada, pellets* | 1,113 | 0,018 |
| *Electricidad conv. Peninsular* | 2,368 | 0,331 |
| *Electricidad conv. Extrapeninsular (Canarias)* | 2,994 | 0,776 |
| *Electricidad conv. Extrapeninsular (Baleares)* | 3,049 | 0,932 |
| *Electricidad conv. Extrapeninsular (Ceuta y Melilla)* | 2,790 | 0,721 |

CAUDAL DE INFILTRACIONES

El caudal de infiltraciones se calcula mediante un método de zona única, es decir, para todos los espacios del edificio al mismo tiempo. Este método consiste en calcular el número de renovaciones hora del conjunto de espacios teniendo en cuenta la permeabilidad de los huecos y los defectos de la construcción del edificio.

Posteriormente se comprobará en cada espacio si la ventilación forzada compensa las infiltraciones.

En primer lugar se calculan los coeficientes de caudal normalizados a 1 Pa para todos los huecos del edificio, a partir del área de cada hueco y de su nivel de permeabilidad:

$$Q_{p100} = \frac{P_p \cdot A_p}{3{,}6} \text{ en l/s}$$

- $Q_{p100}$: Caudal de infiltraciones debidas a la permeabilidad de huecos a 100 Pa, en l/s.
- $P_p$: Permeabilidad del hueco en m³/(h·m²).
- $A_p$: Área del hueco en m²

$$C_p = \frac{Q_{p100}}{100^{0,67}}$$

- $C_p$: Coeficiente de caudal del hueco a 1 Pa.

Seguidamente se calculan los coeficientes de caudal por defectos de la construcción para cada uno de los espacios del edificio:

$$Q_{d1} = \frac{R_d \cdot V_d}{3{,}6} \text{ en l/s}$$

- $Q_{d1}$: Caudal de infiltraciones a 1Pa por defectos de la construcción.
- $V_d$: Volumen interior del espacio (m³).
- $R_d$: Nivel de renovaciones/hora por defectos de la construcción según el tipo de edificio:
    - Vivienda unifamiliar: 0,30 1/h
    - Bloque de viviendas: 0,24 1/h

- Otros usos: 0,1 1/h

$$C_d = \frac{Q_{d1}}{1^{0,67}} = Q_{d1}$$

- $C_d$: Coeficiente de caudal por defectos de la construcción a 1 Pa.

Se supondrá que los huecos están repartidos uniformemente en las fachadas expuestas y no expuestas:

- Coeficiente de caudal a 1Pa para elementos expuestos:

$$C_{Te} = 0,5 \cdot \left( \sum C_p + \sum C_d \right)$$

- Coeficiente de caudal a 1Pa para elementos no expuestos:

$$C_{Tn} = 0,5 \cdot \left( \sum C_p + \sum C_d \right)$$

La sobrepresión a que están sometidas las distintas zonas del edificio será:

$$\Delta P = Fp \cdot d \cdot \frac{v^2}{2} \text{ en Pa}$$

- DP: Diferencia de presiones en Pa.
- d: Densidad del aire en función de la altitud, en kg/m³.
- v: Velocidad del viento, en m/s.
- Fp: Factor de presión en función de la orientación:
  - Fachada expuesta: 0,25
  - Fachada no expuesta: -0,50
  - Elementos horizontales: -0,60

Caudal de infiltraciones por la fachada expuesta:

$$Qe = C_{Te} \cdot \left( \Delta P_e \right)^{0,67}$$

Caudal de infiltraciones por la fachada no expuesta

$$Qn = C_{Tn} \cdot \left( \Delta P_n \right)^{0,67}$$

Caudal de infiltraciones por los huecos horizontales

$$Qh = C_{Tn} \cdot \left( \Delta P_h \right)^{0,67}$$

Para finalizar se calcula el número de renovaciones/hora generales para todos los espacios del edificio:

$$Ri = \frac{Qe + Qn + Qh}{\sum V_d}$$

El caudal de infiltraciones en cada espacio será:

$$Qi = Ri \cdot V_d$$

## RESUMEN DE CARGAS TERMICAS POR ESPACIOS

| RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS PARA CALEFACCIÓN GIMNASIO | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Espacio** | **Fecha** | **GTH (W)** | **RSC (W)** | **TEN (W)** | **TPA (W)** | **OC (W)** | **IL (W)** | **EQ (W)** | **VE (W)** | **ESHF** | **Ratio (W/m²)** |
| ASEO PROFESOR | 21 Diciembre 1hs | -379 | 0 | -123 | -149 | 0 | 0 | 0 | -107 | 1,00 | 62,9 |
| ASEOS Y VESTUARIO ALUMNAS | 21 Diciembre 1hs | -975 | 0 | -596 | -379 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,00 | 22,3 |
| ASEOS Y VESTUARIO ALUMNOS | 21 Diciembre 1hs | -1.208 | 0 | -600 | -608 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,00 | 27,6 |
| DESPACHO MONITOR | 21 Diciembre 6hs | -635 | 0 | -134 | -201 | 0 | 0 | 0 | -300 | 1,00 | 37,5 |
| PISTA BALONCESTO | 21 Diciembre 6hs | -21.289 | 0 | -7.765 | -4.246 | 0 | 0 | 0 | -9.278 | 1,00 | 34,4 |
| VESTÍBULO | 21 Diciembre 6hs | -931 | 0 | -159 | -234 | 0 | 0 | 0 | -538 | 1,00 | 39,1 |
| TOTAL (Máximos individuales) | - | -25.417 | 0 | -9.376 | -5.818 | 0 | 0 | 0 | -10.223 | - | 33,7 |
| TOTAL (Máximo simultáneo) | 21 Diciembre 6hs | -25.417 | 0 | -9.376 | -5.818 | 0 | 0 | 0 | -10.223 | 1,00 | 33,7 |

Dónde:

- GTH: Carga térmica total (W)
- RSC: Ganancias por radiación solar (W)
- TEN: Transmisión a través de la envolvente (W)
- TPA: Transmisión por particiones y huecos (W)
- OC: Fuentes internas ocupación (W)
- IL: Fuentes internas iluminación (W)
- EQ: Fuentes internas equipos (W)
- VE: Ventilación e infiltraciones (W)
- ESHF: Factor de carga sensible del espacio

## TABLAS DE CÁLCULOS

En las siguientes tablas se detallan las tablas de resultados, por operitividad del software utilizado “tekton3D” aparecen los espacios divididos en zona baja y casetones no existiendo división física en realidad.

Las hojas de carga térmica describen de forma exhaustiva el origen y cuantía de la carga térmica relacionada con cada uno de los espacios acondicionados, obtenida para el instante de cálculo más desfavorable teniendo en cuenta tanto la evolución de las condiciones climáticas exteriores como las condiciones operacionales internas de cada recinto.

Las cargas se agrupan en:

- Ganancia solar cristal: Debida a la radiación incidente en los cerramientos semitransparentes.
- Transmisión paredes y techo: Cerramientos opacos situados al exterior y soleados.
- Transmisión excepto paredes y techo: Cerramientos opacos al exterior en sombra, de separación con el terreno, particiones interiores y transmisión por cerramientos semitransparentes.
- Calor sensible interno: Aporte sensible debido a ocupantes, iluminación, aparatos eléctricos y térmicos situados en el interior del espacio.

- Calor sensible aire de ventilación: Debido al aire de ventilación e infiltraciones.
- Calor latente interno: Calor latente provocado por la actividad metabólica de los ocupantes y los aparatos que absorban o generen humedad.
- Calor latente aire de ventilación: Procedente del aire exterior cuyo contenido de humedad es diferente al del aire del interior de los locales.
- Carga total de refrigeración o calefacción: Sumatorio de los componentes anteriores al que además se le ha aplicado el coeficiente de seguridad correspondiente.

Los valores que aparecen con signo positivo son ganancias instantáneas o cargas de refrigeración, mientras que los negativos son de calefacción.

ABREVIATURAS Y UNIDADES:

- Ts.: Temperatura seca (°C).
- Th.: Temperatura húmeda (°C).
- Hr.: Humedad relativa (%).
- Xe.: Humedad específica (g/kg).
- Or.: Orientación del cerramiento exterior.
- Sup.: Superficie de cerramiento considerada (m²).
- F.: Factor solar de un cerramiento semitransparente.
- U.: Transmitancia térmica del cerramiento (W/m²·°C).
- GSC.: Energía que atraviesa la superficie semitransparente (W/m²).
- G.Inst.: Ganancias instantaneas (W).
- Carga Term.: Cargas térmica de calefacción o de refrigeración (según signo, en W).
- Tsa: Temperatura Sol-Aire (°C).
- Tac: Temperatura ambiente contiguo (°C).
- Ud. Número de elementos del mismo tipo (personas, equipos...)
- %Uso: Porcentaje de utilización definido por las condiciones operacionales para el instante considerado.
- Tec: Temperatura seca exterior corregida (°C).
- Xec: Humedad específica correspondiente a las temperaturas exteriores seca y húmeda corregidas (g/kg).

## EDIFICIO AULAS

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | | |
| *FECHA* | | | | | | | |
| *ESPACIO* | *AULA DESDOBLE 2* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 6hs (7h 12m hora oficial)* | | | | |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.1: Aulas, aulas de tutoría* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** | |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 8h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 | |
| *DIMENSIONES* | *25,6 m² x 4,140 m* | **Interiores** | 22,0 | - | - | - | |
| *VOLUMEN* | *105.893 l* | **Diferencias** | -25,8 | - | - | - | |

| **GANANCIA SOLAR CRISTAL** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **F** | **GSC** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term.(W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-11 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | S | 4,0 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| **TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **U** | **Text** | **G. Inst. (W)** | **Carga (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CU-1 (cubierta) | 2019_22_CUBIERTA COLEGIO LOECHES | H | 25,6 | 0,278 | -3,8 | -183 | **-183** |
| FA-9 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | E | 29,3 | 0,222 | -3,8 | -168 | **-168** |
| FA-8 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | S | 11,0 | 0,222 | -3,8 | -63 | **-63** |
| | | | | | | | **-414** |

| **TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tac** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PH-1 (suelo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 25,6 | 1,084 | 22,0 | 0 | **0** |
| VE-11 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 4,0 | 1,015 | -3,8 | -104 | **-104** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 25,447 | 0,151 | -3,8 | -99 | **-99** |
| Puentes térmicos contorno de huecos | VARIOS | 8,280 | 0,254 | -3,8 | -54 | **-54** |
| | | | | | | **-257** |

| **CALOR SENSIBLE INTERNO** | **Potencia** | **Ud.** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 17,59 W/m² (W/persona) | 50,00 | 9,0 | 0 | 0 | **0** |
| Iluminación estándar (W/m²) | 7,01 | 25,6 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 25,6 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| **CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Tec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (acumulado) | 64,00 | -3,8 | 100 | -1.875 | **-1.875** |
| | | | | | **-1.875** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-2.546 W*** |

| **CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Xec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (acumulado) | 64,00 | 2,47 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***0 W*** |

| | |
|---|---|
| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | ***-2.674 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 104,52 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | | |
| *FECHA* | | | | | | | |
| *ESPACIO* | *AULA DESDOBLE 3* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 6hs (7h 12m hora oficial)* | | | | |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.1: Aulas, aulas de tutoría* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** | |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 8h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 | |
| *DIMENSIONES* | *26,3 m² x 4,140 m* | **Interiores** | 22,0 | - | - | - | |
| *VOLUMEN* | *108.758 l* | **Diferencias** | -25,8 | - | - | - | |

| **GANANCIA SOLAR CRISTAL** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **F** | **GSC** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term.(W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-13 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | S | 3,5 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| **TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **U** | **Text** | **G. Inst. (W)** | **Carga (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CU-1 (cubierta) | 2019_22_CUBIERTA COLEGIO LOECHES | H | 26,3 | 0,278 | -3,8 | -188 | **-188** |
| FA-8 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | S | 11,8 | 0,222 | -3,8 | -68 | **-68** |
| | | | | | | | **-256** |

| **TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tac** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PH-1 (suelo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 26,3 | 1,084 | 22,0 | 0 | **0** |
| VE-13 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 3,5 | 1,015 | -3,8 | -92 | **-92** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 7,400 | 0,170 | -3,8 | -32 | **-32** |
| Puentes térmicos contorno de huecos | VARIOS | 7,693 | 0,245 | -3,8 | -49 | **-49** |
| | | | | | | **-173** |

| **CALOR SENSIBLE INTERNO** | **Potencia** | **Ud.** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 17,13 W/m² (W/persona) | 50,00 | 9,0 | 0 | 0 | **0** |
| Iluminación estándar (W/m²) | 6,83 | 26,3 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 26,3 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| **CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Tec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (acumulado) | 64,00 | -3,8 | 100 | -1.875 | **-1.875** |
| | | | | | **-1.875** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-2.305 W*** |

| **CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Xec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (acumulado) | 64,00 | 2,47 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***0 W*** |
| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | | | | | ***-2.420 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 92,12 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | |
| *FECHA* | | | | | | |
| *ESPACIO* | *AULA ESO 1* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 6hs (7h 12m hora oficial)* | | | |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.1: Aulas, aulas de tutoría* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 8h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 |
| *DIMENSIONES* | *52,6 m² x 4,000 m* | **Interiores** | 22,0 | - | - | - |
| *VOLUMEN* | *210.600 l* | **Diferencias** | -25,8 | - | - | - |

| **GANANCIA SOLAR CRISTAL** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **F** | **GSC** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term.(W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-15 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | N | 6,5 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-16 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | N | 1,4 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| **TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **U** | **Text** | **G. Inst. (W)** | **Carga (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FA-22 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | N | 23,0 | 0,222 | -3,8 | -131 | **-131** |
| | | | | | | | **-131** |

| **TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tac** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SL-5 (solera) | 2019_22_SOLERA COLEGIO LOECHES | 52,6 | 0,054 | 6,4 | -32 | **-32** |
| PH-1 (techo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 52,3 | 1,278 | 22,0 | 0 | **0** |
| VE-15 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 6,5 | 1,015 | -3,8 | -171 | **-171** |
| VE-16 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 1,4 | 1,015 | -3,8 | -36 | **-36** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 18,902 | 0,132 | -3,8 | -64 | **-64** |
| Puentes térmicos contorno de huecos | VARIOS | 16,560 | 0,254 | -3,8 | -109 | **-109** |
| | | | | | | **-413** |

| **CALOR SENSIBLE INTERNO** | **Potencia** | **Ud.** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 17,09 W/m² (W/persona) | 50,00 | 18,0 | 0 | 0 | **0** |
| Iluminación estándar (W/m²) | 5,64 | 52,6 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 52,6 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| **CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Tec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (acumulado) | 150,00 | -3,8 | 100 | -4.396 | **-4.396** |
| | | | | | **-4.396** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-4.939 W*** |

| **CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Xec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (acumulado) | 150,00 | 2,47 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***0 W*** |

| | |
|---|---|
| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | ***-5.186 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 98,51 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | |
| *FECHA* | | | | | | |
| *ESPACIO* | *AULA ESO 2* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 6hs (7h 12m hora oficial)* | | | |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.1: Aulas, aulas de tutoría* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 8h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 |
| *DIMENSIONES* | *52,7 m² x 4,000 m* | **Interiores** | 22,0 | - | - | - |
| *VOLUMEN* | *210.600 l* | **Diferencias** | -25,8 | - | - | - |

| **GANANCIA SOLAR CRISTAL** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **F** | **GSC** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term.(W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-17 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | N | 4,0 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-18 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | N | 5,3 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| **TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **U** | **Text** | **G. Inst. (W)** | **Carga (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FA-22 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | N | 21,5 | 0,222 | -3,8 | -123 | **-123** |
| | | | | | | | **-123** |

| **TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tac** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SL-8 (solera) | 2019_22_SOLERA COLEGIO LOECHES | 52,7 | 0,054 | 6,4 | -32 | **-32** |
| PH-1 (techo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 42,4 | 1,278 | 22,0 | 0 | **0** |
| PH-1 (techo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 1,3 | 1,278 | 18,0 | -6 | **-6** |
| PH-1 (techo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 9,3 | 1,278 | 22,0 | 0 | **0** |
| VE-17 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 4,0 | 1,015 | -3,8 | -104 | **-104** |
| VE-18 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 5,3 | 1,015 | -3,8 | -137 | **-137** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 15,101 | 0,184 | -3,8 | -72 | **-72** |
| Puentes térmicos contorno de huecos | VARIOS | 18,280 | 0,265 | -3,8 | -125 | **-125** |
| | | | | | | **-477** |

| **CALOR SENSIBLE INTERNO** | **Potencia** | **Ud.** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 17,09 W/m² (W/persona) | 50,00 | 18,0 | 0 | 0 | **0** |
| Iluminación estándar (W/m²) | 5,64 | 52,7 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 52,7 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| **CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Tec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (acumulado) | 150,00 | -3,8 | 100 | -4.396 | **-4.396** |
| | | | | | **-4.396** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-4.995 W*** |

| **CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Xec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (acumulado) | 150,00 | 2,47 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***0 W*** |

| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | ***-5.245 W*** |
|---|---|

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 99,61 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | |
| *FECHA* | | | | | | |
| *ESPACIO* | *AULA ESO 3* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 6hs (7h 12m hora oficial)* | | | |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.1: Aulas, aulas de tutoría* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 8h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 |
| *DIMENSIONES* | *52,6 m² x 4,000 m* | **Interiores** | 22,0 | - | - | - |
| *VOLUMEN* | *210.600 l* | **Diferencias** | -25,8 | - | - | - |

| **GANANCIA SOLAR CRISTAL** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **F** | **GSC** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term.(W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-3 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | S | 6,5 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-4 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | S | 1,4 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| **TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **U** | **Text** | **G. Inst. (W)** | **Carga (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FA-18 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | S | 22,8 | 0,222 | -3,8 | -130 | **-130** |
| | | | | | | | **-130** |

| **TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tac** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SL-7 (solera) | 2019_22_SOLERA COLEGIO LOECHES | 52,6 | 0,054 | 6,4 | -32 | **-32** |
| PH-1 (techo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 52,3 | 1,278 | 22,0 | 0 | **0** |
| FA-17 (medianera/tabique) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 9,9 | 0,611 | 7,1 | -90 | **-90** |
| VE-3 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 6,5 | 1,015 | -3,8 | -171 | **-171** |
| VE-4 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 1,4 | 1,015 | -3,8 | -36 | **-36** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 15,002 | 0,184 | -3,8 | -71 | **-71** |
| Puentes térmicos contorno de huecos | VARIOS | 16,560 | 0,254 | -3,8 | -109 | **-109** |
| | | | | | | **-510** |

| **CALOR SENSIBLE INTERNO** | **Potencia** | **Ud.** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 17,09 W/m² (W/persona) | 50,00 | 18,0 | 0 | 0 | **0** |
| Iluminación estándar (W/m²) | 5,64 | 52,6 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 52,6 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| **CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Tec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (máximo) | 131,00 | -3,8 | 100 | -3.839 | **-3.839** |
| | | | | | **-3.839** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-4.479 W*** |

| **CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Xec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (máximo) | 131,00 | 2,47 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***0 W*** |

| | |
|---|---|
| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | ***-4.703 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 89,32 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | | |
| *FECHA* | | | | | | | |
| *ESPACIO* | *AULA ESO 4* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 6hs (7h 12m hora oficial)* | | | | |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.1: Aulas, aulas de tutoría* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** | |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 8h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 | |
| *DIMENSIONES* | *52,6 m² x 4,000 m* | **Interiores** | 22,0 | - | - | - | |
| *VOLUMEN* | *210.600 l* | **Diferencias** | -25,8 | - | - | - | |

| **GANANCIA SOLAR CRISTAL** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **F** | **GSC** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term.(W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-5 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | S | 4,0 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-6 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | S | 5,3 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| **TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **U** | **Text** | **G. Inst. (W)** | **Carga (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FA-18 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | S | 21,2 | 0,222 | -3,8 | -121 | **-121** |
| | | | | | | | **-121** |

| **TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tac** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SL-4 (solera) | 2019_22_SOLERA COLEGIO LOECHES | 52,6 | 0,054 | 6,4 | -32 | **-32** |
| PH-1 (techo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 53,0 | 1,278 | 22,0 | 0 | **0** |
| VE-5 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 4,0 | 1,015 | -3,8 | -104 | **-104** |
| VE-6 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 5,3 | 1,015 | -3,8 | -137 | **-137** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 15,101 | 0,184 | -3,8 | -72 | **-72** |
| Puentes térmicos contorno de huecos | VARIOS | 18,280 | 0,265 | -3,8 | -125 | **-125** |
| | | | | | | **-470** |

| **CALOR SENSIBLE INTERNO** | **Potencia** | **Ud.** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 17,09 W/m² (W/persona) | 50,00 | 18,0 | 0 | 0 | **0** |
| Iluminación estándar (W/m²) | 5,64 | 52,6 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 52,6 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| **CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Tec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (máximo) | 131,00 | -3,8 | 100 | -3.839 | **-3.839** |
| | | | | | **-3.839** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-4.430 W*** |

| **CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Xec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (máximo) | 131,00 | 2,47 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***0 W*** |

| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | ***-4.651 W*** |
|---|---|

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 88,35 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | | |
| *FECHA* | | | | | | | |
| *ESPACIO* | *AULA INFORMÁTICA* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 6hs (7h 12m hora oficial)* | | | | |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.1: Aulas, aulas de tutoría* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** | |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 8h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 | |
| *DIMENSIONES* | *72,9 m² x 4,140 m* | **Interiores** | 22,0 | - | - | - | |
| *VOLUMEN* | *301.972 l* | **Diferencias** | -25,8 | - | - | - | |

| **GANANCIA SOLAR CRISTAL** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **F** | **GSC** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term.(W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-20 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | N | 2,1 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-21 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | N | 4,0 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-23 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | N | 4,0 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| **TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **U** | **Text** | **G. Inst. (W)** | **Carga (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CU-1 (cubierta) | 2019_22_CUBIERTA COLEGIO LOECHES | H | 73,0 | 0,278 | -3,8 | -523 | **-523** |
| FA-12 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | N | 33,7 | 0,222 | -3,8 | -193 | **-193** |
| | | | | | | | **-716** |

| **TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tac** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PH-1 (suelo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 28,9 | 1,084 | 22,0 | 0 | **0** |
| PH-1 (suelo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 1,6 | 1,084 | 18,0 | -7 | **-7** |
| PH-1 (suelo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 42,4 | 1,084 | 22,0 | 0 | **0** |
| VE-20 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 2,1 | 1,015 | -3,8 | -54 | **-54** |
| VE-21 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 4,0 | 1,015 | -3,8 | -104 | **-104** |
| VE-23 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 4,0 | 1,015 | -3,8 | -104 | **-104** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 24,859 | 0,131 | -3,8 | -84 | **-84** |
| Puentes térmicos contorno de huecos | VARIOS | 22,298 | 0,241 | -3,8 | -139 | **-139** |
| | | | | | | **-491** |

| **CALOR SENSIBLE INTERNO** | **Potencia** | **Ud.** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 17,14 W/m² (W/persona) | 50,00 | 25,0 | 0 | 0 | **0** |
| Iluminación estándar (W/m²) | 5,69 | 72,9 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 72,9 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| **CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Tec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (acumulado) | 131,00 | -3,8 | 100 | -3.839 | **-3.839** |
| | | | | | **-3.839** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-5.045 W*** |

| **CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Xec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (acumulado) | 131,00 | 2,47 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***0 W*** |

| | |
|---|---|
| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | ***-5.298 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 72,63 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | |
| *FECHA* | | | | | | |
| *ESPACIO* | *AULA MÚSICA* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 6hs (7h 12m hora oficial)* | | | |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.1: Aulas, aulas de tutoría* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 8h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 |
| *DIMENSIONES* | *62,9 m² x 4,140 m* | **Interiores** | 22,0 | - | - | - |
| *VOLUMEN* | *260.364 l* | **Diferencias** | -25,8 | - | - | - |

| **GANANCIA SOLAR CRISTAL** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **F** | **GSC** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term.(W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-20 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | N | 1,9 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-22 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | N | 4,0 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-24 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | N | 4,0 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| **TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **U** | **Text** | **G. Inst. (W)** | **Carga (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CU-1 (cubierta) | 2019_22_CUBIERTA COLEGIO LOECHES | H | 62,9 | 0,278 | -3,8 | -451 | **-451** |
| FA-12 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | N | 27,7 | 0,222 | -3,8 | -158 | **-158** |
| | | | | | | | **-610** |

| **TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tac** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PH-1 (suelo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 1,3 | 1,084 | 18,0 | -5 | **-5** |
| PH-1 (suelo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 52,3 | 1,084 | 22,0 | 0 | **0** |
| PH-1 (suelo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 9,3 | 1,084 | 22,0 | 0 | **0** |
| VE-20 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 1,9 | 1,015 | -3,8 | -50 | **-50** |
| VE-22 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 4,0 | 1,015 | -3,8 | -104 | **-104** |
| VE-24 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 4,0 | 1,015 | -3,8 | -104 | **-104** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 22,025 | 0,126 | -3,8 | -72 | **-72** |
| Puentes térmicos contorno de huecos | VARIOS | 22,102 | 0,240 | -3,8 | -137 | **-137** |
| | | | | | | **-471** |

| **CALOR SENSIBLE INTERNO** | **Potencia** | **Ud.** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 16,70 W/m² (W/persona) | 50,00 | 21,0 | 0 | 0 | **0** |
| Iluminación estándar (W/m²) | 6,60 | 62,9 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 62,9 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| **CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Tec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (acumulado) | 131,00 | -3,8 | 100 | -3.839 | **-3.839** |
| | | | | | **-3.839** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-4.919 W*** |

| **CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Xec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (acumulado) | 131,00 | 2,47 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***0 W*** |

| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | ***-5.165 W*** |
|---|---|

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 82,13 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | |
| *FECHA* | | | | | | |
| *ESPACIO* | *AULA PLÁSTICA* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 6hs (7h 12m hora oficial)* | | | |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.1: Aulas, aulas de tutoría* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 8h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 |
| *DIMENSIONES* | *63,3 m² x 4,000 m* | **Interiores** | 22,0 | - | - | - |
| *VOLUMEN* | *253.018 l* | **Diferencias** | -25,8 | - | - | - |

| **GANANCIA SOLAR CRISTAL** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **F** | **GSC** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term.(W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-7 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | S | 6,5 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-8 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | S | 4,0 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| **TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **U** | **Text** | **G. Inst. (W)** | **Carga (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FA-19 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | E | 28,3 | 0,222 | -3,8 | -162 | **-162** |
| FA-18 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | S | 26,2 | 0,222 | -3,8 | -150 | **-150** |
| | | | | | | | **-312** |

| **TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tac** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SL-6 (solera) | 2019_22_SOLERA COLEGIO LOECHES | 63,3 | 0,054 | 6,4 | -38 | **-38** |
| PH-1 (techo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 25,6 | 1,278 | 22,0 | 0 | **0** |
| PH-1 (techo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 26,3 | 1,278 | 22,0 | 0 | **0** |
| PH-1 (techo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 11,2 | 1,278 | 22,0 | 0 | **0** |
| VE-7 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 6,5 | 1,015 | -3,8 | -171 | **-171** |
| VE-8 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 4,0 | 1,015 | -3,8 | -104 | **-104** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 36,187 | 0,170 | -3,8 | -159 | **-159** |
| Puentes térmicos contorno de huecos | VARIOS | 20,000 | 0,274 | -3,8 | -141 | **-141** |
| | | | | | | **-613** |

| **CALOR SENSIBLE INTERNO** | **Potencia** | **Ud.** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 17,39 W/m² (W/persona) | 50,00 | 22,0 | 0 | 0 | **0** |
| Iluminación estándar (W/m²) | 6,23 | 63,3 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 63,3 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| **CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Tec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (máximo) | 131,00 | -3,8 | 100 | -3.839 | **-3.839** |
| | | | | | **-3.839** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-4.763 W*** |

| **CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Xec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (máximo) | 131,00 | 2,47 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***0 W*** |
| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | | | | | ***-5.002 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 79,07 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | | |
| *FECHA* | | | | | | | |
| *ESPACIO* | *DESDOBLE 1* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 6hs (7h 12m hora oficial)* | | | | |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.1: Aulas, aulas de tutoría* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** | |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 8h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 | |
| *DIMENSIONES* | *28,9 m² x 4,000 m* | **Interiores** | 22,0 | - | - | - | |
| *VOLUMEN* | *115.460 l* | **Diferencias** | -25,8 | - | - | - | |

| **GANANCIA SOLAR CRISTAL** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **F** | **GSC** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term.(W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-19 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | N | 4,0 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| **TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **U** | **Text** | **G. Inst. (W)** | **Carga (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FA-22 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | N | 13,3 | 0,222 | -3,8 | -76 | **-76** |
| | | | | | | | **-76** |

| **TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tac** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SL-1 (solera) | 2019_22_SOLERA COLEGIO LOECHES | 28,9 | 0,054 | 6,4 | -20 | **-20** |
| PH-1 (techo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 28,9 | 1,278 | 22,0 | 0 | **0** |
| VE-19 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 4,0 | 1,015 | -3,8 | -104 | **-104** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 12,200 | 0,103 | -3,8 | -32 | **-32** |
| Puentes térmicos contorno de huecos | VARIOS | 8,280 | 0,254 | -3,8 | -54 | **-54** |
| | | | | | | **-210** |

| **CALOR SENSIBLE INTERNO** | **Potencia** | **Ud.** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 17,32 W/m² (W/persona) | 50,00 | 10,0 | 0 | 0 | **0** |
| Iluminación estándar (W/m²) | 6,21 | 28,9 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 28,9 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| **CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Tec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (acumulado) | 64,00 | -3,8 | 100 | -1.875 | **-1.875** |
| | | | | | **-1.875** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-2.162 W*** |

| **CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Xec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (acumulado) | 64,00 | 2,47 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***0 W*** |

| | |
|---|---|
| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | ***-2.270 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 78,64 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | | |
| *FECHA* | | | | | | | |
| *ESPACIO* | *ESCALERA 1* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 6hs (7h 12m hora oficial)* | | | | |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.18: Escaleras* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** | |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 12h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 | |
| *DIMENSIONES* | *80,8 m² x 4,140 m* | **Interiores** | 18,0 | - | - | - | |
| *VOLUMEN* | *334.647 l* | **Diferencias** | -21,8 | - | - | - | |

| **GANANCIA SOLAR CRISTAL** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **F** | **GSC** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term.(W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-31 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | O | 2,0 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-32 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | E | 2,0 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| **TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **U** | **Text** | **G. Inst. (W)** | **Carga (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CU-1 (cubierta) | 2019_22_CUBIERTA COLEGIO LOECHES | H | 81,6 | 0,278 | -3,8 | -495 | **-495** |
| FA-5 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | O | 3,1 | 0,222 | -3,8 | -15 | **-15** |
| FA-13 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | E | 3,1 | 0,222 | -3,8 | -15 | **-15** |
| FA-4 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | N | 21,0 | 0,222 | -3,8 | -101 | **-101** |
| | | | | | | | **-626** |

| **TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tac** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PH-1 (suelo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 81,6 | 1,084 | 18,0 | 0 | **0** |
| PV-6 (medianera/tabique) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 21,1 | 0,611 | 5,4 | -163 | **-163** |
| VE-31 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 2,0 | 1,015 | -3,8 | -45 | **-45** |
| PV-2 (medianera/tabique) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | 60,9 | 0,217 | 7,1 | -144 | **-144** |
| VE-32 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 2,0 | 1,015 | -3,8 | -45 | **-45** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 26,853 | 0,098 | -3,8 | -57 | **-57** |
| Puentes térmicos contorno de huecos | VARIOS | 13,824 | 0,120 | -3,8 | -36 | **-36** |
| | | | | | | **-491** |

| **CALOR SENSIBLE INTERNO** | **Potencia** | **Ud.** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Iluminación estándar (W/m²) | 5,37 | 80,8 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 80,8 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| **TOTAL CALOR SENSIBLE** | **-1.117 W** | | | | |

| | |
|---|---|
| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | ***-1.173 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 14,51 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | | |
| *FECHA* | | | | | | | |
| *ESPACIO* | *ESCALERA BAJA* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 6hs (7h 12m hora oficial)* | | | | |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.18: Escaleras* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** | |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 12h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 | |
| *DIMENSIONES* | *80,8 m² x 4,000 m* | **Interiores** | 18,0 | - | - | - | |
| *VOLUMEN* | *323.332 l* | **Diferencias** | -21,8 | - | - | - | |

| **GANANCIA SOLAR CRISTAL** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **F** | **GSC** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term.(W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-30 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | O | 0,8 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-29 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | E | 0,8 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| **TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **U** | **Text** | **G. Inst. (W)** | **Carga (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FA-15 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | O | 4,0 | 0,222 | -3,8 | -19 | **-19** |
| FA-14 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | N | 20,3 | 0,222 | -3,8 | -98 | **-98** |
| FA-2 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | E | 4,2 | 0,222 | -3,8 | -21 | **-21** |
| | | | | | | | **-138** |

| **TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tac** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SL-9 (solera) | 2019_22_SOLERA COLEGIO LOECHES | 80,8 | 0,054 | 6,4 | -40 | **-40** |
| PH-1 (techo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 81,6 | 1,278 | 18,0 | 0 | **0** |
| VE-30 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 0,8 | 1,015 | -3,8 | -17 | **-17** |
| PV-3 (medianera/tabique) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | 59,1 | 0,217 | 7,1 | -140 | **-140** |
| VE-29 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 0,8 | 1,015 | -3,8 | -17 | **-17** |
| PV-6 (medianera/tabique) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 20,1 | 0,611 | 5,4 | -155 | **-155** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 26,325 | 0,107 | -3,8 | -62 | **-62** |
| Puentes térmicos contorno de huecos | VARIOS | 7,024 | 0,188 | -3,8 | -29 | **-29** |
| | | | | | | **-459** |

| **CALOR SENSIBLE INTERNO** | **Potencia** | **Ud.** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Iluminación estándar (W/m²) | 2,69 | 80,8 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 80,8 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| **TOTAL CALOR SENSIBLE** | **-597 W** | | | | |

| | |
|---|---|
| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | ***-627 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 7,76 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | |
| *FECHA* | | | | | | |
| *ESPACIO* | *DISTRIBUIDOR ESCALERA PRIMERA* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 6hs (7h 12m hora oficial)* | | | |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.17: Áreas de circulación, pasillos* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 12h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 |
| *DIMENSIONES* | *118,9 m² x 4,140 m* | **Interiores** | 18,0 | - | - | - |
| *VOLUMEN* | *492.250 l* | **Diferencias** | -21,8 | - | - | - |

| **GANANCIA SOLAR CRISTAL** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **F** | **GSC** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term.(W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-26 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | E | 4,0 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-34 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | E | 2,0 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-33 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | O | 2,0 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| **TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **U** | **Text** | **G. Inst. (W)** | **Carga (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CU-1 (cubierta) | 2019_22_CUBIERTA COLEGIO LOECHES | H | 118,5 | 0,278 | -3,8 | -718 | **-718** |
| FA-9 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | E | 41,1 | 0,222 | -3,8 | -199 | **-199** |
| FA-11 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | O | 3,1 | 0,222 | -3,8 | -15 | **-15** |
| FA-10 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | N | 20,1 | 0,222 | -3,8 | -97 | **-97** |
| | | | | | | | **-1.029** |

| **TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tac** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PH-1 (suelo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 117,2 | 1,084 | 18,0 | 0 | **0** |
| PH-1 (suelo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 1,3 | 1,084 | 22,0 | 5 | **5** |
| VE-26 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 4,0 | 1,015 | -3,8 | -88 | **-88** |
| VE-34 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 2,0 | 1,015 | -3,8 | -45 | **-45** |
| VE-33 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 2,0 | 1,015 | -3,8 | -45 | **-45** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 46,830 | 0,129 | -3,8 | -131 | **-131** |
| Puentes térmicos contorno de huecos | VARIOS | 22,104 | 0,170 | -3,8 | -82 | **-82** |
| | | | | | | **-386** |

| **CALOR SENSIBLE INTERNO** | **Potencia** | **Ud.** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Iluminación estándar (W/m²) | 2,44 | 118,9 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 118,9 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| | |
|---|---|
| **TOTAL CALOR SENSIBLE** | **-1.415 W** |
| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | ***-1.485 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 12,49 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | | |
| *FECHA* | | | | | | | |
| *ESPACIO* | *DISTRIBUIDOR Y ESCALERA* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 6hs (7h 12m hora oficial)* | | | | |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.17: Áreas de circulación, pasillos* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** | |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 12h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 | |
| *DIMENSIONES* | *123,9 m² x 4,000 m* | **Interiores** | 18,0 | - | - | - | |
| *VOLUMEN* | *495.558 l* | **Diferencias** | -21,8 | - | - | - | |

| **GANANCIA SOLAR CRISTAL** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **F** | **GSC** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term.(W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-25 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | E | 7,6 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-27 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | E | 0,8 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-28 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | O | 0,8 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| **TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **U** | **Text** | **G. Inst. (W)** | **Carga (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FA-20 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | N | 19,4 | 0,222 | -3,8 | -94 | **-94** |
| FA-19 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | E | 37,2 | 0,222 | -3,8 | -180 | **-180** |
| FA-21 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | O | 4,2 | 0,222 | -3,8 | -21 | **-21** |
| | | | | | | | **-294** |

| **TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tac** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SL-3 (solera) | 2019_22_SOLERA COLEGIO LOECHES | 123,9 | 0,054 | 6,4 | -67 | **-67** |
| PH-1 (techo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 1,6 | 1,278 | 22,0 | 8 | **8** |
| PH-1 (techo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 117,2 | 1,278 | 18,0 | 0 | **0** |
| PH-1 (techo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 1,3 | 1,278 | 22,0 | 6 | **6** |
| PH-1 (techo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 3,3 | 1,278 | 22,0 | 17 | **17** |
| VE-25 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 7,6 | 1,015 | -3,8 | -168 | **-168** |
| VE-27 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 0,8 | 1,015 | -3,8 | -17 | **-17** |
| VE-28 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 0,8 | 1,015 | -3,8 | -17 | **-17** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 46,307 | 0,141 | -3,8 | -142 | **-142** |
| Puentes térmicos contorno de huecos | VARIOS | 18,034 | 0,203 | -3,8 | -80 | **-80** |
| | | | | | | **-458** |

| **CALOR SENSIBLE INTERNO** | **Potencia** | **Ud.** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Iluminación estándar (W/m²) | 2,34 | 123,9 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 123,9 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| **TOTAL CALOR SENSIBLE** | **-752 W** | | | | |
| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | | | | | ***-789 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 6,37 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | |
| *FECHA* | | | | | | |
| *ESPACIO* | *TALLER TECNOLOGÍA* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 6hs (7h 12m hora oficial)* | | | |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.1: Aulas, aulas de tutoría* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 8h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 |
| *DIMENSIONES* | *120,0 m² x 4,140 m* | **Interiores** | 22,0 | - | - | - |
| *VOLUMEN* | *496.968 l* | **Diferencias** | -25,8 | - | - | - |

| GANANCIA SOLAR CRISTAL | CÓDIGO MATERIAL | Or. | Sup. (m²) | F | GSC | G. Inst. (W) | Carga Term.(W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-9 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | S | 4,0 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-10 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | S | 4,0 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-12 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | S | 4,0 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-13 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | S | 0,4 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-14 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | S | 4,0 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO | CÓDIGO MATERIAL | Or. | Sup. (m²) | U | Text | G. Inst. (W) | Carga (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CU-1 (cubierta) | 2019_22_CUBIERTA COLEGIO LOECHES | H | 119,8 | 0,278 | -3,8 | -860 | **-860** |
| FA-8 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | S | 54,6 | 0,222 | -3,8 | -313 | **-313** |
| | | | | | | | **-1.172** |

| TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO | CÓDIGO MATERIAL | Sup. (m²) | U | Tac | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PH-1 (suelo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 3,3 | 1,084 | 18,0 | -14 | **-14** |
| PH-1 (suelo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 53,0 | 1,084 | 22,0 | 0 | **0** |
| PH-1 (suelo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 11,2 | 1,084 | 22,0 | 0 | **0** |
| PH-1 (suelo) | 2019_22_FORJADO 1º COLEGIO LOECHES | 52,3 | 1,084 | 22,0 | 0 | **0** |
| FA-17 (medianera/tabique) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 10,4 | 0,611 | 7,1 | -95 | **-95** |
| VE-9 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 4,0 | 1,015 | -3,8 | -104 | **-104** |
| VE-10 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 4,0 | 1,015 | -3,8 | -104 | **-104** |
| VE-12 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 4,0 | 1,015 | -3,8 | -104 | **-104** |
| VE-13 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 0,4 | 1,015 | -3,8 | -12 | **-12** |
| VE-14 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 4,0 | 1,015 | -3,8 | -104 | **-104** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 34,085 | 0,170 | -3,8 | -149 | **-149** |
| Puentes térmicos contorno de huecos | VARIOS | 36,707 | 0,239 | -3,8 | -227 | **-227** |
| | | | | | | **-912** |

| CALOR SENSIBLE INTERNO | Potencia | Ud. | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 17,08 W/m² (W/persona) | 50,00 | 41,0 | 0 | 0 | **0** |
| Iluminación estándar (W/m²) | 7,39 | 120,0 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 120,0 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN | Caudal (l/s) | Tec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (acumulado) | 131,00 | -3,8 | 100 | -3.839 | **-3.839** |
| | | | | | **-3.839** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-5.922 W*** |

| CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN | Caudal (l/s) | Xec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación Otros (acumulado) | 131,00 | 2,47 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***0 W*** |

| | |
|---|---|
| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | ***-6.218 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 51,80 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

EDIFICIO GIMNASIO

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | ***2019_22_colegio loeches*** | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | | |
| *FECHA* | ***19/07/2019*** | | | | | | |
| *ESPACIO* | *ASEO PROFESOR* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 1hs (2h 12m hora oficial)* | | | | |
| *ACTIVIDAD* | *H.2.7: Aseos de planta* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** | |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 24h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 | |
| *DIMENSIONES* | *6,0 m² x 4,140 m* | **Interiores** | 22,0 | - | - | - | |
| *VOLUMEN* | *24.909 l* | **Diferencias** | -25,8 | - | - | - | |

| **GANANCIA SOLAR CRISTAL** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **F** | **GSC** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term.(W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-3 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | S | 1,1 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| **TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **U** | **Text** | **G. Inst. (W)** | **Carga (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CU-3 (cubierta) | 2019_22_CUBIERTA COLEGIO LOECHES | H | 6,0 | 0,278 | -3,8 | -43 | **-43** |
| FA-2 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | S | 12,0 | 0,222 | -3,8 | -69 | **-69** |
| | | | | | | | **-112** |

| **TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tac** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SL-1 (suelo enterrado) | 2019_22_SOLERA COLEGIO LOECHES | 6,1 | 0,054 | 6,4 | -4 | **-4** |
| PV-15 (medianera/tabique) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 7,9 | 0,611 | 18,0 | -19 | **-19** |
| VE-3 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 1,1 | 1,015 | -3,8 | -28 | **-28** |
| PV-14 (medianera/tabique) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 13,1 | 0,611 | 22,0 | 0 | **0** |
| PV-16 (medianera/tabique) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 7,9 | 0,611 | 18,0 | -19 | **-19** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 4,678 | 0,240 | -3,8 | -29 | **-29** |
| Puentes térmicos contorno de huecos | VARIOS | 4,760 | 0,289 | -3,8 | -36 | **-36** |
| | | | | | | **-135** |

| **CALOR SENSIBLE INTERNO** | **Potencia** | **Ud.** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Iluminación estándar (W/m²) | 15,00 | 6,0 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 6,0 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| **CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Tec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA3 (Calidad media) | 3,31 | -3,8 | 100 | -97 | **-97** |
| | | | | | **-97** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-344 W*** |

| **CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Xec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA3 (Calidad media) | 3,31 | 2,47 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***0 W*** |
| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | | | | | ***-378 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 10,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 62,83 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | ***2019_22_colegio loeches*** | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | |
| *FECHA* | ***19/07/2019*** | | | | | |
| *ESPACIO* | *ASEOS Y VESTUARIO CHICAS* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 1hs (2h 12m hora oficial)* | | | |
| *ACTIVIDAD* | *H.2.7: Aseos de planta* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 24h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 |
| *DIMENSIONES* | *43,7 m² x 4,140 m* | **Interiores** | 18,0 | - | - | - |
| *VOLUMEN* | *180.926 l* | **Diferencias** | -21,8 | - | - | - |

| GANANCIA SOLAR CRISTAL | CÓDIGO MATERIAL | Or. | Sup. (m²) | F | GSC | G. Inst. (W) | Carga Term.(W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-22 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | O | 1,6 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-23 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | O | 0,6 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-1 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | S | 0,6 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-2 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | S | 2,1 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO | CÓDIGO MATERIAL | Or. | Sup. (m²) | U | Text | G. Inst. (W) | Carga (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CU-12 (cubierta) | 2019_22_CUBIERTA COLEGIO LOECHES | H | 43,7 | 0,278 | -3,8 | -265 | **-265** |
| FA-9 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | O | 27,9 | 0,222 | -3,8 | -135 | **-135** |
| FA-14 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | N | 7,2 | 0,222 | -3,8 | -35 | **-35** |
| FA-8 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | S | 22,3 | 0,222 | -3,8 | -108 | **-108** |
| | | | | | | | **-542** |

| TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO | CÓDIGO MATERIAL | Sup. (m²) | U | Tac | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SL-4 (suelo enterrado) | 2019_22_SOLERA COLEGIO LOECHES | 43,7 | 0,054 | 6,4 | -20 | **-20** |
| PV-15 (medianera/tabique) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 7,9 | 0,611 | 22,0 | 19 | **19** |
| VE-22 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 1,6 | 1,015 | -3,8 | -35 | **-35** |
| VE-23 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 0,6 | 1,015 | -3,8 | -12 | **-12** |
| PV-6 (tabique n/a) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 9,9 | 0,611 | 6,2 | -71 | **-71** |
| PV-3 (medianera/tabique) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 22,1 | 0,611 | 22,0 | 54 | **54** |
| VE-1 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 0,6 | 1,015 | -3,8 | -12 | **-12** |
| VE-2 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 2,1 | 1,015 | -3,8 | -46 | **-46** |
| PV-13 (medianera/tabique) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 7,9 | 0,611 | 18,0 | 0 | **0** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 23,138 | 0,172 | -3,8 | -87 | **-87** |
| Puentes térmicos contorno de huecos | VARIOS | 20,760 | 0,296 | -3,8 | -134 | **-134** |
| | | | | | | **-345** |

| CALOR SENSIBLE INTERNO | Potencia | Ud. | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Iluminación estándar (W/m²) | 15,00 | 43,7 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 43,7 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN | Caudal (l/s) | Tec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA3 (Calidad media) | 24,04 | 18,0 | 100 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-887 W*** |

| CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN | Caudal (l/s) | Xec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA3 (Calidad media) | 24,04 | 0,00 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***0 W*** |
| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | | | | | ***-975 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 10,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 22,31 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | ***2019_22_colegio loeches*** | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | |
| *FECHA* | ***19/07/2019*** | | | | | |
| *ESPACIO* | *ASEOS Y VESTUARIO CHICOS* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 1hs (2h 12m hora oficial)* | | | |
| *ACTIVIDAD* | *H.2.7: Aseos de planta* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 24h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 |
| *DIMENSIONES* | *43,8 m² x 4,140 m* | **Interiores** | 18,0 | - | - | - |
| *VOLUMEN* | *181.238 l* | **Diferencias** | -21,8 | - | - | - |

| **GANANCIA SOLAR CRISTAL** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **F** | **GSC** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term.(W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-19 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | O | 0,6 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-20 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | O | 1,1 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-17 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | N | 0,6 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-18 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | N | 2,1 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| **TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **U** | **Text** | **G. Inst. (W)** | **Carga (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CU-5 (cubierta) | 2019_22_CUBIERTA COLEGIO LOECHES | H | 43,8 | 0,278 | -3,8 | -265 | **-265** |
| FA-11 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | O | 28,4 | 0,222 | -3,8 | -137 | **-137** |
| FA-13 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | S | 7,2 | 0,222 | -3,8 | -35 | **-35** |
| FA-10 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | N | 22,3 | 0,222 | -3,8 | -108 | **-108** |
| | | | | | | | **-545** |

| **TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tac** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SL-5 (suelo enterrado) | 2019_22_SOLERA COLEGIO LOECHES | 43,8 | 0,054 | 6,4 | -20 | **-20** |
| PV-7 (tabique n/a) | 2019_22_COLEGIO LOHECHES INSTALACIONES | 14,1 | 0,611 | 7,6 | -89 | **-89** |
| PV-17 (medianera/tabique) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 7,9 | 0,611 | 18,0 | 0 | **0** |
| VE-19 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 0,6 | 1,015 | -3,8 | -12 | **-12** |
| VE-20 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 1,1 | 1,015 | -3,8 | -24 | **-24** |
| PV-18 (tabique n/a) | 2019_22_COLEGIO LOHECHES INSTALACIONES | 16,0 | 0,611 | 9,3 | -85 | **-85** |
| VE-17 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 0,6 | 1,015 | -3,8 | -12 | **-12** |
| VE-18 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 2,1 | 1,015 | -3,8 | -46 | **-46** |
| PV-4 (tabique n/a) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 9,9 | 0,611 | 6,2 | -71 | **-71** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 23,151 | 0,172 | -3,8 | -87 | **-87** |
| Puentes térmicos contorno de huecos | VARIOS | 19,040 | 0,289 | -3,8 | -120 | **-120** |
| | | | | | | **-567** |

| **CALOR SENSIBLE INTERNO** | **Potencia** | **Ud.** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Iluminación estándar (W/m²) | 15,00 | 43,8 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 43,8 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| **CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Tec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA3 (Calidad media) | 24,08 | 18,0 | 100 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-1.113 W*** |

| **CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Xec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA3 (Calidad media) | 24,08 | 0,00 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***0 W*** |

| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | ***-1.224 W*** |
|---|---|

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 10,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 27,96 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | ***2019_22_colegio loeches*** | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | |
| *FECHA* | ***19/07/2019*** | | | | | |
| *ESPACIO* | *DESPACHO MONITOR* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 6hs (7h 12m hora oficial)* | | | |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.20: Salas de profesores* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 12h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 |
| *DIMENSIONES* | *16,9 m² x 4,140 m* | **Interiores** | 22,0 | - | - | - |
| *VOLUMEN* | *70.102 l* | **Diferencias** | -25,8 | - | - | - |

| **TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **U** | **Text** | **G. Inst. (W)** | **Carga (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CU-15 (cubierta) | 2019_22_CUBIERTA COLEGIO LOECHES | H | 16,9 | 0,278 | -3,8 | -121 | **-121** |
| | | | | | | | **-121** |

| **TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tac** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SL-1 (suelo enterrado) | 2019_22_SOLERA COLEGIO LOECHES | 16,9 | 0,054 | 6,4 | -10 | **-10** |
| PV-3 (medianera/tabique) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 22,1 | 0,611 | 18,0 | -54 | **-54** |
| PV-14 (medianera/tabique) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 13,1 | 0,611 | 22,0 | 0 | **0** |
| PV-2 (medianera/tabique) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 13,1 | 0,611 | 18,0 | -32 | **-32** |
| PV-1 (medianera/tabique) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 22,1 | 0,611 | 18,0 | -54 | **-54** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 5,152 | 0,240 | -3,8 | -32 | **-32** |
| | | | | | | **-183** |

| **CALOR SENSIBLE INTERNO** | **Potencia** | **Ud.** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 2,95 W/m² (W/persona) | 50,00 | 1,0 | 0 | 0 | **0** |
| Iluminación estándar (W/m²) | 15,00 | 16,9 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 16,9 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| **CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Tec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA3 (Calidad media) | 9,31 | -3,8 | 100 | -273 | **-273** |
| | | | | | **-273** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-577 W*** |

| **CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Xec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA3 (Calidad media) | 9,31 | 2,47 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***0 W*** |

| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | ***-635 W*** |
|---|---|

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 10,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 37,49 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | ***2019_22_colegio loeches*** | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | |
| *FECHA* | ***19/07/2019*** | | | | | |
| *ESPACIO* | *PISTA DEPORTIVA* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 6hs (7h 12m hora oficial)* | | | |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.24: Salas de deporte, gimnasios piscinas* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 8h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 |
| *DIMENSIONES* | *619,4 m² x 8,440 m* | **Interiores** | 18,0 | - | - | - |
| *VOLUMEN* | *5.227.522 l* | **Diferencias** | -21,8 | - | - | - |

| **GANANCIA SOLAR CRISTAL** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **F** | **GSC** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term.(W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-4 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | S | 11,3 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-5 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | S | 11,3 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-6 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | S | 11,3 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-7 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | S | 11,3 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-8 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | E | 14,2 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-10 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | N | 11,3 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-12 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | N | 11,3 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-13 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | N | 11,3 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-15 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | N | 11,3 | 0,38 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| **TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **U** | **Text** | **G. Inst. (W)** | **Carga (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CU-1 (cubierta) | 2019_22_CUBIERTA COLEGIO LOECHES | H | 619,4 | 0,278 | -3,8 | -3.754 | **-3.754** |
| FA-6 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | S | 226,7 | 0,222 | -3,8 | -1.096 | **-1.096** |
| FA-15 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | O | 82,6 | 0,222 | -3,8 | -399 | **-399** |
| FA-5 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | E | 148,0 | 0,222 | -3,8 | -715 | **-715** |
| FA-16 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | O | 8,3 | 0,222 | -3,8 | -40 | **-40** |
| FA-3 (muro) | 2019_22_FACHADA COLEGIO LOECHES | N | 226,7 | 0,222 | -3,8 | -1.096 | **-1.096** |
| | | | | | | | **-7.099** |

| **TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tac** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SL-2 (suelo enterrado) | 2019_22_SOLERA COLEGIO LOECHES | 619,4 | 0,054 | 6,4 | -206 | **-206** |
| VE-4 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 11,3 | 1,015 | -3,8 | -251 | **-251** |
| VE-5 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 11,3 | 1,015 | -3,8 | -251 | **-251** |
| VE-6 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 11,3 | 1,015 | -3,8 | -251 | **-251** |
| VE-7 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 11,3 | 1,015 | -3,8 | -251 | **-251** |
| VE-8 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 14,2 | 1,015 | -3,8 | -314 | **-314** |
| PV-11 (tabique n/a) | 2019_22_COLEGIO LOHECHES INSTALACIONES | 16,0 | 0,611 | 9,3 | -85 | **-85** |
| PV-16 (medianera/tabique) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 7,9 | 0,611 | 22,0 | 19 | **19** |
| PV-12 (tabique n/a) | 2019_22_COLEGIO LOHECHES INSTALACIONES | 5,8 | 0,611 | 7,6 | -37 | **-37** |
| VE-10 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 11,3 | 1,015 | -3,8 | -251 | **-251** |
| VE-12 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 11,3 | 1,015 | -3,8 | -251 | **-251** |
| VE-13 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 11,3 | 1,015 | -3,8 | -251 | **-251** |
| VE-15 (puerta/ventana) | CARPINTERIAS | 11,3 | 1,015 | -3,8 | -251 | **-251** |
| PV-1 (medianera/tabique) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 22,1 | 0,611 | 22,0 | 54 | **54** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 132,389 | 0,198 | -3,8 | -571 | **-571** |
| Puentes térmicos contorno de huecos | VARIOS | 126,299 | 0,247 | -3,8 | -680 | **-680** |
| | | | | | | **-3.826** |

| **CALOR SENSIBLE INTERNO** | **Potencia** | **Ud.** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 2,42 W/m² (W/persona) | 50,00 | 30,0 | 0 | 0 | **0** |
| Iluminación estándar (W/m²) | 15,00 | 619,4 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 619,4 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| **CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Tec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
| Ventilación IDA3 (Calidad media) | 340,66 | -3,8 | 100 | -8.435 | **-8.435** |
| | | | | | **-8.435** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-19.360 W*** |
| **CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Xec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
| Ventilación IDA3 (Calidad media) | 340,66 | 2,47 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***0 W*** |
| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | | | | | ***-21.296 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 10,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 34,38 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | ***2019_22_colegio loeches*** | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | | |
| *PROYECTO* | | | | | | |
| *FECHA* | ***19/07/2019*** | | | | | |
| *ESPACIO* | *VESTÍBULO* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 6hs (7h 12m hora oficial)* | | | |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.17: Áreas de circulación, pasillos* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 12h* | **Exteriores** | -3,8 | -4,2 | 90,0 | 2,47 |
| *DIMENSIONES* | *23,8 m² x 4,140 m* | **Interiores** | 18,0 | - | - | - |
| *VOLUMEN* | *98.488 l* | **Diferencias** | -21,8 | - | - | - |

| **TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **U** | **Text** | **G. Inst. (W)** | **Carga (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CU-6 (cubierta) | 2019_22_CUBIERTA COLEGIO LOECHES | H | 23,8 | 0,278 | -3,8 | -144 | **-144** |
| | | | | | | | **-144** |

| **TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tac** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SL-6 (suelo enterrado) | 2019_22_SOLERA COLEGIO LOECHES | 23,8 | 0,054 | 6,4 | -12 | **-12** |
| PV-17 (medianera/tabique) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 7,9 | 0,611 | 18,0 | 0 | **0** |
| PV-5 (tabique n/a) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 19,5 | 0,611 | 6,2 | -140 | **-140** |
| PV-2 (medianera/tabique) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 13,1 | 0,611 | 22,0 | 32 | **32** |
| PV-8 (tabique n/a) | 2019_22_COLEGIO LOHECHES INSTALACIONES | 13,1 | 0,611 | 9,3 | -70 | **-70** |
| PV-13 (medianera/tabique) | 2019_22_COLEGIO LOECHES DIVISIONES | 7,9 | 0,611 | 18,0 | 0 | **0** |
| Puentes térmicos integrados en fachadas | VARIOS | 4,499 | 0,240 | -3,8 | -24 | **-24** |
| | | | | | | **-213** |

| **CALOR SENSIBLE INTERNO** | **Potencia** | **Ud.** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Iluminación estándar (W/m²) | 15,00 | 23,8 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 23,8 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| **CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Tec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA2 (Calidad buena) | 19,75 | -3,8 | 100 | -489 | **-489** |
| | | | | | **-489** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-846 W*** |

| **CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Xec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA2 (Calidad buena) | 19,75 | 2,47 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***0 W*** |

| | |
|---|---|
| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | ***-931 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 10,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 39,13 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

# IG. INSTALACIÓN DE GAS

## IG1. REQUISITOS DE DISEÑO

El edificio contará con las instalaciones de gas derivadas de la aplicación de RICG. Estas instalaciones cumplirán en su diseño, dimensionado, características de los productos a incorporar, modo de ejecución, pruebas, controles, conservación y mantenimiento, RICG.

Según indicaciones del promotor, los edificios disponen de gas para el servicio de Calefacción. Al tratarse de una ampliación, el centro ya dispone de acometida de gas realizada conforme a la norma UNE 60620-2, distribución interior realizada conforme a la ITC-IGG 07 del RD 916/2006 y sala de calderas conforme UNE 60601. Se ampliará la instalación para dar servicio a los nuevos edificios.

## IG2. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

En el presente apartado se enumeran las posibles alternativas planteadas por el autor, en lo referente al diseño, dimensionado, materiales y ejecución. En el siguiente apartado se justificará la solución elegida y se describirán el resto de aspectos donde no existe posibilidad de elección debido a las normativas, el buen hacer en construcción o a los requisitos de diseño.

## IG3. DISEÑO

El diseño, trazado y características de la instalación eléctrica será conforme al REAL DECRETO 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.

Desde el contador parte la tubería de PE enterrada a una profundidad de 0,5m y separada de otras instalaciones 0,30m con una cinta señalizadora. Al llegar a la fachada del edificio existe un tallo normalizado de PE-Cu que discurre por la fachada y por el interior de la sala de calderas del edificio de aulas en cu visto. En este punto se realiza la conexión a las dos nuevas calderas, la del edificio de aulas que discurre por el interior de la propia sala de calderas y la del edificio del gimnasio que discurre enterrada por la parcela.

### GENERALIDADES

Familia del gas:

- Segunda familia: A esta familia pertenecen los gases conocidos bajo la denominación genérica de "gas natural", con un Poder Calorífico Superior de 10500 kcal/m3(n). Este gas se obtiene directamente de la tierra, sin necesidad de ningún tipo de elaboración propiamente dicha. Es, por tanto, un gas en estado natural, no manufacturado, combinación de hidrocarburos formada en el subsuelo, a veces mezclada con petróleo. En esta familia existen también el "aire butanado" y el "aire propanado", que son mezclas a las que se les ha añadido butano o propano en mayor proporción que en las mezclas de la primera familia. El Indice de Wobbe está comprendido entre 9680 y 13850 kcal/m3(n).

Presión de servicio:

- 4 bar máximo

A efectos de previsión de caudales o potencias por la instalación proyectada, se engloba en:

- Grado 3: Previsión de potencia simultánea individual mayor 70 kW.

**MATERIALES DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LA INSTALACIÓN RECEPTORA**

Las tuberías deberán discurrir vistas o envainadas.

No se permitirá el paso de las tuberías por el interior en paredes o suelos de chimeneas, conductos de evacuación de basuras, huecos de ascensores o montacargas, locales que contengan transformadores o recipientes de combustible líquido, bocas de aireación o ventilación, conductos de productos residuales y forjados que constituyan el suelo de recintos habitables.

Se considerará que una tubería es vista cuando su trayecto sea visible en todo su recorrido. Los dispositivos de sujeción deberán estar situados de tal manera que quede asegurada la estabilidad y alineación de la tubería.

Las distancias mínimas de separación de una tubería vista a otras tuberías, conductos o suelo, será:

| | Curso paralelo (cm) | Cruce (cm) |
|---|---|---|
| -Conducción agua caliente | 3 | 1 |
| -Conducción eléctrica | 3 | 1 |
| -Conducción de vapor | 5 | 1 |
| -Chimeneas | 5 | 5 |
| -Suelo | 5 | - |

Si la tubería conduce un gas húmedo deberá tener una pendiente del 0,5 %, excepto en habitaciones o descansillos donde la tubería podrá ser horizontal con tramos que no superen los 6 m.

Será obligatoria la instalación de vainas o conductos en tuberías de cobre o acero que precisen protección mecánica o deban discurrir por cielos rasos, falsos techos, cámaras aislantes, huecos de elementos de la construcción, entre el pavimento y el nivel superior del forjado o por un primer sótano. En tuberías de polietileno será obligatoria esta modalidad de instalación cuando la tubería pase por un primer sótano, para facilitar su instalación en disposición enterrada al aire libre como prevestíbulos o soportales o cuando discurra a través de una vaina empotrada por el interior de paredes exteriores.

La vaina estará formada por un tubo cuyo diámetro interior será, como mínimo, 10 mm mayor que el diámetro exterior de la tubería. El conducto estará constituido por una canal que puede contener una o más tuberías, siendo la separación mínima, entre éstas y con las paredes del canal, de 20 mm. La sección transversal del conducto será, como máximo, de 0,3 m².

La vaina y el conducto no pueden estar en contacto con la estructura metálica del edificio ni con otras tuberías. La superficie exterior de las vainas y conductos, cuando sean metálicas, se pintarán de forma que estén protegidas contra la corrosión.

Utilización como protección mecánica:

- Se ubicarán vainas como protección mecánica en garajes y cuando una tubería discurra a menos de 1,5 m del suelo o a menos de 30 cm por encima del mostrador de la cocina.
- La vaina deberá ser continua en todo su recorrido, construyéndose con materiales como acero, aluminio, etc, tanto con sección rectangular como con perfiles de chapa. El espesor mínimo será de 1,5 mm.
- Se podrán instalar conductos realizados de obra cuyas paredes sean, como mínimo, de 5 cm de espesor.

Tuberías para gas a BP.

- El material deberá ser de acero con uniones soldadas o cobre con uniones por soldadura fuerte.
- Cuando el gas sea más denso que el aire, las tuberías llevarán vaina metálica con ventilación por los dos extremos (al exterior), o por lo menos uno de ellos, estando el otro sellado.
- Cuando el gas sea menos denso que el aire y el sótano esté suficientemente ventilado, no hará falta vaina.
- Las tuberías serán continuas, sin llaves de cierre, ni derivaciones ni uniones, excepto cuando sean soldadas.

Instalación de tuberías entre el pavimento y el nivel superior de forjado.

- En este caso, las tuberías irán alojadas en vainas. Si se trata de un gas a MPA, la vaina será metálica y por lo menos un extremo comunicará con el exterior, disponiendo de un espesor mínimo de 1,5 mm.

Instalación de tuberías en cámaras cerradas:

- Las tuberías serán continuas e irán alojadas en vainas o conductos ventilados por ambos extremos, o al menos por uno de ellos.
- Cuando se instalen conductos, por éstos sólo podrán pasar tuberías de gas, disponiéndose registros estancos para poder acceder a las tuberías en caso de avería.

Instalación de tuberías ocultas por imperativos estéticos:

- El conducto o cajón decorativo podrá ser de cualquier material que no sufra deformaciones. Si no hubiese ventilación natural, se instalarán en el conducto aberturas de ventilación.

Se evitará ubicar tuberías empotradas. En caso de necesidad, los tramos empotrados no excederán los 40 cm y sólo en el interior de muro o pared. En tal caso, las tuberías serán de acero protegido contra la corrosión y encintadas, permitiéndose únicamente las uniones soldadas.

No deberá haber contactos con partes metálicas. Los tramos empotrados serán verticales u horizontales, con una pendiente del 0,5 % cuando circulen gases húmedos.

Una vez colocada la tubería, las rozas o regatas se rellenarán con material. Si la tubería empotrada tiene que llevar una llave o unión metálica, ésta debe estar situada en un cajetín o alojamiento que sea fácilmente accesible y que esté ventilado.

**MEDIDAS SUPLEMENTARIAS DE SEGURIDAD EN SALAS DE MÁQUINAS**

Estas medidas consisten en la instalación de un equipo de detección que, en caso de fuga de gas, active un sistema que corte el suministro de este fluido al recinto.

Los detectores deben activarse con el comprobador de buen funcionamiento antes de que se alcance el 30° o del límite inferior de explosividad.

Se deben instalar, por ser el gas Natural menos denso que el aire, a menos de 0,3 m del techo o en el propio techo, en un lugar donde los movimientos del aire no sean impedidos por obstáculos, y nunca cerca de un flujo de aire.

El sistema de detección debe activar el sistema de corte.

Sistema de corte. Debe consistir en una válvula de corte automática del tipo todo o nada instalada en la línea de alimentación de gas a la sala de máquinas y ubicada en el exterior del recinto. Debe ser del tipo normalmente cerrada de forma que ante una falta de energía auxiliar de accionamiento se interrumpa el suministro de gas.

En caso de que el sistema de detección sea activado, la reposición del suministro debe ser manual.

## IG4. DIMENSIONADO

**VENTILACIONES Y CERRAMIENTO BAJA RESISTENCIA sala de calderas edificio de aulas**

Para el cálculo de las ventilaciones se toma como base de cálculo la UNE 60601-6:

- Dimensionado sistema de ventilación inferior.

  Calderas 285 KW

  Sección libre 5 x (285)= 1430 cm2

  Ventilación inferior extremo superior a menos de 50 cm del suelo.

  Rejilla 1430cm2

- Dimensionado sistema de ventilación superior.

  Al no aumentar la superficie de la sala de calderas, se mantiene el dimensionado de la ventilación superior.

- Dimensionado cerramiento de baja resistencia (al no aumentar la superficie de la sala de calderas, se mantiene el dimensionado de la ventilación superior).

**SISTEMA DE DETECCIÓN**

Se debe instalar uno por cada 25 m2 o fracción de superficie del local, con un mínimo de dos, ubicados en las proximidades de los aparatos alimentados con gas y en zonas donde se presuma pueda acumularse gas.

**CÁLCULOS HIDRÁULICOS**

Para los cálculos de gas se estima:

- Las dos calderas existentes de 100 Kw con una presión de funcionamiento entre 20mbar y 50 mbar.
- Una caldera para el edificio de aulas de 85 kW.
- Una caldera para el edificio del gimnasio de 45 kW.

El caudal nominal de un aparato a gas depende de su gasto calorífico (G.C.) por el aparato y del poder calorífico superior (P.C.S.) del gas distribuido.

El gasto calorífico de un aparato a gas es la potencia que consume en su funcionamiento normal, que no debe confundirse con la potencia útil o nominal, que es la que entrega el aparato.

Para calcular el caudal nominal de un aparato a gas será suficiente dividir el gasto calorífico por el poder calorífico del gas suministrado.

El caudal nominal de un aparato a gas se calcula según la siguiente expresión:

$$Q_N = \frac{G.C.}{P.C.S.}$$

QN: Caudal nominal del aparato a gas expresado en m3/h
G.C.: Gasto calorífico del aparato a gas referido al P.C.S. expresado en Kcal/h
P.C.S.: Poder calorífico superior del gas expresado en Kcal/m3.

Para la determinación de las pérdidas de carga en un tramo de instalación se utiliza la fórmula de Renouard con sus condiciones. Son las siguientes:

$P_1$ : Presión absoluta (relativa más la atmosférica) al inicio del tramo de tubería en bar.
$P_2$ : Presión absoluta (relativa más la atmosférica) al final del tramo de tubería en bar.
dr : Densidad relativa del gas
$L_E$ : Longitud equivalente del tramo en m.
Q : Caudal en $m^3/h$.
D : Diámetro interior de la conducción en mm.

Se ha de tener en cuenta que esta ecuación solo es válida, siempre y cuando la velocidad del gas dentro del tramo no supere los 20 m/s.

La variación de la presión que experimenta el gas cuando cambia de cota debido a su diferente densidad respecto del aire, se puede calcular aplicando la siguiente expresión:

$$e = 0,1268\ (\rho_g/\rho_a-1) = 0,1268*(d_g\ -1)$$

e : Empuje por desnivel en mbar/m.
$d_g$ : Densidad relativa del gas = $\rho_g/\rho_a$
$\rho_a$ : masa en volumen del aire
$\rho_g$ : masa en volumen del gas
E : Empuje por desnivel en mbar
H : Altura del tramo m.

Para calcular la velocidad máxima del gas dentro de un tramo de la conducción se aplicará la siguiente ecuación:

$$V = 378,04 * Q/(P*\sqrt{D})$$

V : Velocidad del gas en m/s
Q : Caudal en $m^3/h$.
P : Presión absoluta al final del tramo en bar.
D : Diámetro interior de la conducción en mm.

En la tabla siguiente se detalla el cálculo para la mayor pérdida de carga, que es la más alejada del contador. Se ha limitado la perdida de carga entre reductor de cliente y consumo a 4,2 mbar, que corresponden a unos máximos de 1,2 mbar para el contador, 2,5 mbar desde el contador hasta el consumo. La conexión a las nuevas calderas se realiza con tubo de 2" diámetro del colector de gas de estos modelos:

| | |
|---|---|
| Tipo de gas empleado: | Gas Natural |
| PCS del gas: | 10500,00 Kcal/m³ |
| Densidad relativa: | 0,62 |
| Tipo de instalación: | MOP3 |
| Presión de servicio: | 2,500 bar |
| Presión mínima de entrada en receptores y calderas: | 0,017 bar |
| Fluctuación de presión del gas en acometida: | 0,00 % |
| Potencia nominal de utilización simultánea: | 286718,96 Kcal/h |

**LISTADO DE RESULTADOS EN TUBERÍAS**

| Referencia | Caudal instantáneo ($m^3/h$) | Diámetro interior (mm) | Longitud de cálculo(m) | Diferencia cotas (m) | Velocidad (m/s) | Empuje por desnivel (mbar) | Presión de entrada (bar) | Presión de salida (bar) | Pérdida unitaria (mbar/m) | Pérdidas totales (mbar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tubería-014 [1-2] | 30,88 | 57,00 | 48,00 | 0,00 | 2,99 | 0,0000 | 0,0500 | 0,0490 | 0,0213 | 1,0207 |
| Tubería-016 [2-3] | 30,88 | 57,00 | 3,60 | -3,00 | 2,99 | -0,1446 | 0,0490 | 0,0490 | 0,0213 | 0,9527 |
| Tubería-017 [3-4] | 30,88 | 53,00 | 0,24 | -0,20 | 3,46 | -0,0096 | 0,0490 | 0,0490 | 0,0302 | 0,9503 |
| Tubería-020 [5-6] | 30,88 | 53,00 | 0,42 | -0,35 | 3,46 | -0,0169 | 0,0490 | 0,0491 | 0,0302 | 0,9461 |
| Tubería-018 [6-7] | 4,19 | 41,25 | 0,60 | 0,00 | 0,88 | 0,0000 | 0,0491 | 0,0491 | 0,0033 | 0,9481 |
| Tubería-022 [7-8] | 4,19 | 41,25 | 0,42 | -0,35 | 0,88 | -0,0169 | 0,0491 | 0,0491 | 0,0033 | 0,9326 |
| Tubería-014 [9-10] | 4,19 | 41,25 | 0,24 | -0,20 | 0,88 | -0,0096 | 0,0491 | 0,0491 | 0,0033 | 0,9238 |
| Tubería-015 [10-11] | 4,19 | 36,00 | 3,60 | -3,00 | 1,15 | -0,1446 | 0,0491 | 0,0492 | 0,0064 | 0,8024 |
| Tubería-013 [11-12] | 4,19 | 36,00 | 2,52 | 0,00 | 1,15 | 0,0000 | 0,0492 | 0,0492 | 0,0064 | 0,8187 |
| Tubería-012 [12-13] | 4,19 | 36,00 | 76,68 | 0,00 | 1,15 | 0,0000 | 0,0492 | 0,0487 | 0,0064 | 1,3126 |
| Tubería-010 [13-14] | 4,19 | 36,00 | 2,40 | 0,00 | 1,15 | 0,0000 | 0,0487 | 0,0487 | 0,0064 | 1,3281 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tubería-007 [14-15] | 4,19 | 36,00 | 3,60 | -3,00 | 1,15 | -0,1446 | 0,0487 | 0,0488 | 0,0064 | 1,2067 |
| Tubería-009 [15-16] | 4,19 | 27,00 | 0,24 | -0,20 | 2,05 | -0,0096 | 0,0488 | 0,0488 | 0,0258 | 1,2033 |
| Tubería-006 [17-18] | 4,19 | 27,00 | 0,84 | -0,70 | 2,05 | -0,0337 | 0,0488 | 0,0488 | 0,0258 | 1,1912 |
| Tubería-005 [18-19] | 4,19 | 27,00 | 3,83 | 0,00 | 2,05 | 0,0000 | 0,0488 | 0,0487 | 0,0258 | 1,2900 |
| Tubería-002 [19-20] | 4,19 | 27,00 | 1,61 | 1,34 | 2,05 | -0,0646 | 0,0487 | 0,0487 | 0,0258 | 1,2669 |
| Tubería-013 [20-21] | 4,19 | 27,00 | 0,66 | 0,00 | 2,05 | 0,0000 | 0,0487 | 0,0487 | 0,0258 | 1,2838 |
| Tubería-023 [6-23] | 26,68 | 35,75 | 0,42 | -0,35 | 6,96 | -0,0169 | 0,0491 | 0,0490 | 0,1716 | 1,0013 |
| Tubería-030 [23-24] | 26,68 | 35,75 | 0,12 | 0,00 | 6,96 | 0,0000 | 0,0490 | 0,0490 | 0,1716 | 1,0219 |
| Tubería-031 [25-26] | 26,68 | 35,75 | 0,06 | 0,00 | 6,96 | 0,0000 | 0,0490 | 0,0490 | 0,1716 | 1,0322 |
| Tubería-032 [27-28] | 26,68 | 35,75 | 0,12 | 0,00 | 6,96 | 0,0000 | 0,0490 | 0,0489 | 0,1716 | 1,0528 |
| Tubería-033 [28-29] | 26,68 | 35,75 | 0,82 | 0,00 | 6,96 | 0,0000 | 0,0489 | 0,0488 | 0,1716 | 1,1936 |
| Tubería-035 [29-30] | 26,68 | 35,75 | 1,32 | 0,00 | 6,96 | 0,0000 | 0,0488 | 0,0486 | 0,1716 | 1,4202 |
| Tubería-024 [30-31] | 26,68 | 35,75 | 7,32 | 0,00 | 6,97 | 0,0000 | 0,0486 | 0,0473 | 0,1718 | 2,6780 |
| Tubería-031 [31-32] | 26,68 | 35,75 | 0,30 | 0,00 | 6,97 | 0,0000 | 0,0473 | 0,0473 | 0,1718 | 2,7295 |
| Tubería-025 [32-33] | 9,38 | 27,00 | 1,61 | 1,34 | 4,59 | -0,0646 | 0,0473 | 0,0472 | 0,1118 | 2,8447 |
| Tubería-026 [33-34] | 9,38 | 27,00 | 0,66 | 0,00 | 4,59 | 0,0000 | 0,0472 | 0,0471 | 0,1118 | 2,9180 |
| Tubería-032 [32-36] | 17,30 | 35,75 | 1,20 | 0,00 | 5,31 | 0,0000 | 0,0473 | 0,0471 | 0,1046 | 2,8550 |
| Tubería-028 [36-37] | 9,38 | 27,00 | 1,61 | 1,34 | 4,59 | -0,0646 | 0,0471 | 0,0470 | 0,1118 | 2,9702 |
| Tubería-027 [37-38] | 9,38 | 27,00 | 0,66 | 0,00 | 4,59 | 0,0000 | 0,0470 | 0,0470 | 0,1118 | 3,0435 |
| Tubería-033 [36-40] | 7,91 | 27,00 | 1,20 | 0,00 | 3,87 | 0,0000 | 0,0471 | 0,0470 | 0,0820 | 2,9534 |
| Tubería-029 [40-41] | 7,91 | 27,00 | 1,61 | 1,34 | 3,87 | -0,0646 | 0,0470 | 0,0470 | 0,0820 | 3,0206 |
| Tubería-030 [41-42] | 7,91 | 27,00 | 0,66 | 0,00 | 3,87 | 0,0000 | 0,0470 | 0,0469 | 0,0820 | 3,0744 |

## IG5. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS A INCORPORAR

- Tubería de ACERO UNE 10255, en los tramos vistos o envainados.
- Caldera con marcado CE.
- Válvulas y regulación y seguridad con marcado CE.
- Detectores conformes a:

UNE-EN 61779-1 Aparatos eléctricos para la detección y medida de los gases inflamables. Parte 1: Requisitos generales y métodos de ensayo. UNE-EN 61779-4 Aparatos eléctricos para la detección y medida de gases inflamables. Parte 4: Requisitos de funcionamiento para los aparatos del Grupo II, pudiendo indicar una fracción volumétrica de hasta el 100% del límite inferior de explosividad. UNE-EN 50073. Guía para la selección, instalación, uso y mantenimiento de material para la detección y medición de gases combustibles u oxígeno.

## IG6. EJECUCIÓN Y PRUEBAS PARA LA ENTREGA DE LA INSTALACIÓN

La instalación de gas, conforme al *"Art. 5.3 Ejecución de las instalaciones del RD 919/2006*" será realizada por un instalador autorizado en gas, la categoría mínima del instalador será B. Las soldaduras de las tuberías de polietileno, deberán ser realizadas por soldadores de tuberías de polietileno para gas.

A la terminación de la instalación, la empresa responsable de la ejecución, deberá comprobar la correcta ejecución y el buen funcionamiento de esta. Para lo cual realizará una prueba de estanqueidad de las instalaciones receptoras de acuerdo con la norma UNE 60670-8, también realizara las pruebas de estanquidad y resistencia mecánica indicadas en UNE 60310 por tener la instalación acometida interior enterrada.

# IV. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

## IV1. REQUISITOS DE DISEÑO

El edificio contará con las instalaciones de ventilación derivadas de la aplicación de la sección HS 3 del DB HS del CTE, estas instalaciones cumplirán en su diseño, dimensionado, características de los productos a incorporar, modo de ejecución, pruebas, controles, conservación y mantenimiento, la sección HS3 del DB HS del CTE.

## IV2. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

En el presente apartado se enumeran las posibles alternativas planteadas por el autor, en lo referente al diseño, dimensionado, materiales y ejecución. En el siguiente apartado se justificará la solución elegida y se describirán el resto de aspectos.

## IV3. DISEÑO

EDIFICIO AULAS

Se utilizaran equipos de filtrado SIAV con sonda de batería de calor motor frecuencia variable y sonda de CO2

EDIFICIO GIMNASIO

Se dispondrá de una instalación de renovación de aire mediante recuperador de calor, que impulsa el aire al espacio de pista y al despacho de profesor y mientras se extrae el aire de los núcleos húmedos distribuyendo la ventilación en las distintas estancias mediante conductos, rejillas de difusión y de extracción a través del falso techo.

La instalación de ventilación aportará el caudal necesario para mantener una calidad del aire necesaria para cumplir los requerimientos del RITE.

## IV4. DIMENSIONADO

### CÁLCULO DE LOS CAUDALES DE VENTILACIÓN

De acuerdo con la I.T.1.1.4.2.1. del RITE, los edificios con uso distinto a residencial dispondrán de un sistema de ventilación para el aporte suficiente del caudal de aire exterior que evite que, en los recintos donde se realiza alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes.

En función del uso del edificio, para las estancias relacionadas en este proyecto se tiene:

Aulas: Clase IDA 2

La ocupación considerada para los distintos espacios, es la marcada por el proyecto (30 personas por aula, laboratorios etc. 15 en aulas de desdoble.

En función del uso del edificio Gimnasio, para las estancias relacionadas en este proyecto se tiene:

Pista 30 personas: Clase IDA 3 caudal 240 l/s

**Localización y clasificación de la calidad de aire exterior.**

El Edificio se encuentra localizado en Loeches, Madrid. De acuerdo con la clasificación de calidad de aire exterior que hace el RITE en su apartado I.T.1.1.4.2.4.4. la calidad de aire exterior en la zona se clasifica como ODA 2.

**Cálculo de la velocidad media del aire según la I.T.1.1.4.1.3.**

Como se menciona, la difusión se hace por mezcla, por lo que la velocidad media se calcula como:

$$V = \frac{t}{100} - 0{,}07 = \frac{22}{100} - 0{,}07 = 0{,}15 m/s$$

Este valor está dentro de los límites de 0 a 1 m/s establecidos para una intensidad de turbulencia del 40% y un PPD por corrientes de aire del 15%.

**Resultados:**

Edificio ESO:

Se utiliza el método por calidad de aire percibido basado en el informe CR 1752, se obtiene un caudal de aire limpio mínimo de 3,2 l/s que se mayora a 4,3 l/s.

Edificio Gimnasio:

Se utiliza el método indirecto de caudal de aire exterior por persona (8/s) resultando unos caudales de 30x8 = 240 l/s en pista, 1x8 = 8 l/s en sala de monitor, siendo el total 248 l/s → 892 m3/h, que se mayora 894m3/h.

**RED DE CONDUCTOS**

Tanto el circuito de impulsión como el circuito de retorno se han calculado usando el método de Rozamiento constante.

Consiste en calcular los conductos de forma que la pérdida de carga por unidad de longitud en todos los tramos del sistema sea idéntica. El área de la sección de cada conducto está relacionada únicamente con el caudal de aire que transporta, por tanto, a igual porcentaje de caudal sobre el total, igual área de conductos.

La presión estática necesaria en el ventilador se calcula teniendo en cuenta la pérdida de carga en el tramo de mayor resistencia y la ganancia de presión debida a la reducción de la velocidad desde el ventilador hasta el final de este tramo.

El trazado de la red de conductos de ventilación desde la unidad de aportación y tratamiento de aire a las distintas dependencias se indica en el plano correspondiente, con las secciones necesarias en cada caso. Se realizará por los falsos techos en montaje suspendido del forjado según se indica en planos.

Los conductos cumplirán con las exigencias en materiales y fabricación exigidas en la UNE-EN 12237 para conductos metálicos y la UNE-EN 13403 para conductos no metálicos.

Se detallan a continuación los cuadros de pérdidas de carga:

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO SIAV AL-25-16G (MUSICA E INFORMATICA) IMPULSIÓN | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Referencia | Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm) | Área (m²) | Long. (m) | Caudal (m³/h) | Veloc. (m/s) | ΔPs (Pa) | ΔPe (Pa) | ΔPt (Pa) |
| TRAMO [22-23] | 500x200 | 0,10000 | 1,000 | 1.600,2 | 4,45 | 0,00 | 1,05 | 1,05 |
| TRAMO [23-24] | 300x200 | 0,06000 | 3,171 | 800,1 | 3,70 | 5,29 | 2,95 | 8,24 |
| TRAMO [24-25] | 200x200 | 0,04000 | 2,033 | 533,4 | 3,70 | 0,73 | 2,36 | 3,10 |
| TRAMO [25-26] | 150x200 | 0,03000 | 2,033 | 266,7 | 2,47 | 1,01 | 1,36 | 2,37 |
| BI [26] | 20SH 300 x 150 | 0,02778 | - | 266,7 | 2,67 | 5,89 | 3,54 | 9,43 |
| TOTAL ACUMULADA | - | - | - | - | - | - | - | 24,19 |

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO SIAV AL-25-16G (MÚSICA E INFORMÁTICA) RETORNO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Referencia | Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm) | Área (m²) | Long. (m) | Caudal (m³/h) | Veloc. (m/s) | ΔPs (Pa) | ΔPe (Pa) | ΔPt (Pa) |
| TRAMO [1-2] | 500x200 | 0,10000 | 2,300 | 1.600,0 | 4,44 | 0,00 | 2,41 | 2,41 |
| TRAMO [2-3] | 500x200 | 0,10000 | 1,550 | 1.600,0 | 4,44 | 3,37 | 1,63 | 5,00 |
| TRAMO [3-9] | 400x200 | 0,08000 | 0,400 | 1.271,5 | 4,41 | 3,28 | 0,45 | 3,73 |
| TRAMO [9-10] | 400x200 | 0,08000 | 1,785 | 1.271,5 | 4,41 | 17,81 | 2,01 | 19,82 |
| TRAMO [10-11] | 150x200 | 0,03000 | 1,785 | 328,5 | 3,04 | -1,75 | 1,75 | 0,00 |
| TRAMO [11-12] | 150x200 | 0,03000 | 0,250 | 328,5 | 3,04 | 7,90 | 0,25 | 8,15 |
| TRAMO [12-13] | 150x200 | 0,03000 | 2,200 | 328,5 | 3,04 | 7,90 | 2,16 | 10,06 |
| TRAMO [13-14] | 150x200 | 0,03000 | 0,250 | 328,5 | 3,04 | 7,90 | 0,25 | 8,15 |
| TRAMO [14-15] | 150x200 | 0,03000 | 8,858 | 328,5 | 3,04 | 7,90 | 8,69 | 16,59 |
| TRAMO [15-16] | 150x200 | 0,03000 | 0,713 | 328,5 | 3,04 | 6,74 | 0,70 | 7,44 |
| TRAMO [16-17] | 100x200 | 0,02000 | 2,103 | 219,0 | 3,04 | 3,81 | 2,80 | 6,61 |
| TRAMO [17-18] | 100x200 | 0,02000 | 2,322 | 109,5 | 1,52 | 3,41 | 0,88 | 4,29 |
| BR [18] | 20-45-H 300x100 | 0,01204 | - | 109,5 | 2,53 | 1,49 | 7,09 | 8,59 |
| TOTAL ACUMULADA | - | - | - | - | - | - | - | 100,83 |

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO SIAV AL-25-24G (ESO 3,4 Y PLÁSTICA) IMPULSIÓN | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Referencia | Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm) | Área (m²) | Long. (m) | Caudal (m³/h) | Veloc. (m/s) | ΔPs (Pa) | ΔPe (Pa) | ΔPt (Pa) |
| TRAMO [23-24] | 700x200 | 0,14000 | 0,805 | 2.400,3 | 4,76 | 0,00 | 0,86 | 0,86 |
| TRAMO [24-28] | 500x200 | 0,10000 | 0,707 | 1.600,2 | 4,45 | -0,19 | 0,74 | 0,55 |
| TRAMO [28-32] | 300x200 | 0,06000 | 7,646 | 800,1 | 3,70 | 0,21 | 7,12 | 7,33 |
| TRAMO [32-33] | 300x200 | 0,06000 | 0,203 | 800,1 | 3,70 | 11,99 | 0,19 | 12,18 |
| TRAMO [33-34] | 300x200 | 0,06000 | 0,250 | 800,1 | 3,70 | 9,63 | 0,23 | 9,86 |
| TRAMO [34-35] | 300x200 | 0,06000 | 1,203 | 800,1 | 3,70 | 9,63 | 1,12 | 10,75 |
| TRAMO [35-36] | 300x200 | 0,06000 | 0,250 | 800,1 | 3,70 | 9,63 | 0,23 | 9,86 |
| TRAMO [36-37] | 300x200 | 0,06000 | 0,703 | 800,1 | 3,70 | 9,63 | 0,65 | 10,28 |
| TRAMO [37-38] | 200x200 | 0,04000 | 2,103 | 533,4 | 3,70 | 0,73 | 2,45 | 3,18 |
| TRAMO [38-39] | 150x200 | 0,03000 | 2,321 | 266,7 | 2,47 | 1,01 | 1,56 | 2,57 |
| BI [39] | 20SH 300 x 150 | 0,02778 | - | 266,7 | 2,67 | 5,89 | 3,54 | 9,43 |
| TOTAL ACUMULADA | - | - | - | - | - | - | - | 76,85 |

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO SIAV AL-25-24G (ESO 3,4 Y PLÁSTICA) RETORNO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Referencia** | **Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)** | **Área (m²)** | **Long. (m)** | **Caudal (m³/h)** | **Veloc. (m/s)** | **ΔPs (Pa)** | **ΔPe (Pa)** | **ΔPt (Pa)** |
| TRAMO [1-2] | 700x200 | 0,14000 | 1,022 | 2.399,8 | 4,76 | 0,00 | 1,09 | 1,09 |
| TRAMO [2-3] | 700x200 | 0,14000 | 1,049 | 2.399,8 | 4,76 | 22,64 | 1,12 | 23,77 |
| TRAMO [3-4] | 600x200 | 0,12000 | 0,944 | 2.071,3 | 4,79 | 4,04 | 1,07 | 5,11 |
| TRAMO [4-5] | 250x200 | 0,05000 | 1,148 | 657,0 | 3,65 | -1,14 | 1,14 | 0,00 |
| TRAMO [5-6] | 250x200 | 0,05000 | 0,250 | 657,0 | 3,65 | 9,88 | 0,25 | 10,13 |
| TRAMO [6-7] | 250x200 | 0,05000 | 2,200 | 657,0 | 3,65 | 9,88 | 2,19 | 12,07 |
| TRAMO [7-8] | 250x200 | 0,05000 | 0,250 | 657,0 | 3,65 | 9,88 | 0,25 | 10,13 |
| TRAMO [8-9] | 250x200 | 0,05000 | 6,108 | 657,0 | 3,65 | 9,88 | 6,08 | 15,96 |
| TRAMO [9-10] | 150x200 | 0,03000 | 9,245 | 328,5 | 3,04 | 2,26 | 9,07 | 11,33 |
| TRAMO [10-11] | 150x200 | 0,03000 | 1,058 | 328,5 | 3,04 | 0,96 | 1,04 | 2,00 |
| TRAMO [11-12] | 100x200 | 0,02000 | 2,103 | 219,0 | 3,04 | 3,81 | 2,80 | 6,61 |
| TRAMO [12-13] | 100x200 | 0,02000 | 2,322 | 109,5 | 1,52 | 3,41 | 0,88 | 4,29 |
| BR [13] | 20-45-H 300x100 | 0,01204 | - | 109,5 | 2,53 | 1,49 | 7,09 | 8,59 |
| TOTAL ACUMULADA | - | - | - | - | - | - | - | 111,08 |

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO SIAV AL-25-16G (TALLER Y AULAS DESDOBLE) IMPULSIÓN | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Referencia** | **Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)** | **Área (m²)** | **Long. (m)** | **Caudal (m³/h)** | **Veloc. (m/s)** | **ΔPs (Pa)** | **ΔPe (Pa)** | **ΔPt (Pa)** |
| TRAMO [30-31] | 500x200 | 0,10000 | 9,055 | 1.600,0 | 4,44 | 0,00 | 9,49 | 9,49 |
| TRAMO [31-35] | 300x200 | 0,06000 | 0,700 | 799,9 | 3,70 | 0,21 | 0,65 | 0,87 |
| TRAMO [35-36] | 150x200 | 0,03000 | 3,700 | 400,0 | 3,70 | 0,55 | 5,19 | 5,74 |
| TRAMO [36-37] | 150x200 | 0,03000 | 2,156 | 400,0 | 3,70 | 1,42 | 3,03 | 4,45 |
| TRAMO [37-38] | 100x200 | 0,02000 | 2,103 | 266,7 | 3,70 | 0,73 | 4,01 | 4,74 |
| TRAMO [38-39] | 100x200 | 0,02000 | 2,322 | 133,4 | 1,85 | 0,91 | 1,25 | 2,16 |
| BI [39] | 20SH 200 x 100 | 0,01215 | - | 133,4 | 3,05 | 7,09 | 4,45 | 11,54 |
| TOTAL ACUMULADA | - | - | - | - | - | - | - | 38,99 |

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO SIAV AL-25-16G (TALLER Y AULAS DESDOBLE) RETORNO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Referencia** | **Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)** | **Área (m²)** | **Long. (m)** | **Caudal (m³/h)** | **Veloc. (m/s)** | **ΔPs (Pa)** | **ΔPe (Pa)** | **ΔPt (Pa)** |
| TRAMO [1-2] | 500x200 | 0,10000 | 2,300 | 1.610,5 | 4,47 | 0,00 | 2,44 | 2,44 |
| TRAMO [2-3] | 500x200 | 0,10000 | 1,101 | 1.610,5 | 4,47 | 3,42 | 1,17 | 4,59 |
| TRAMO [3-4] | 400x200 | 0,08000 | 0,422 | 1.282,0 | 4,45 | 3,34 | 0,48 | 3,83 |
| TRAMO [4-5] | 400x200 | 0,08000 | 1,408 | 1.282,0 | 4,45 | 18,10 | 1,61 | 19,71 |
| TRAMO [5-6] | 150x200 | 0,03000 | 9,861 | 339,0 | 3,14 | -6,10 | 10,24 | 4,14 |
| TRAMO [6-7] | 150x200 | 0,03000 | 0,250 | 339,0 | 3,14 | 8,41 | 0,26 | 8,67 |
| TRAMO [7-8] | 150x200 | 0,03000 | 2,280 | 339,0 | 3,14 | 8,41 | 2,37 | 10,78 |
| TRAMO [8-9] | 150x200 | 0,03000 | 0,250 | 339,0 | 3,14 | 8,41 | 0,26 | 8,67 |
| TRAMO [9-10] | 150x200 | 0,03000 | 2,426 | 339,0 | 3,14 | 8,41 | 2,52 | 10,93 |
| TRAMO [10-14] | 100x200 | 0,02000 | 0,400 | 169,5 | 2,35 | 1,45 | 0,33 | 1,78 |
| TRAMO [14-15] | 100x200 | 0,02000 | 0,250 | 169,5 | 2,35 | 5,06 | 0,21 | 5,27 |
| TRAMO [15-16] | 100x200 | 0,02000 | 0,857 | 169,5 | 2,35 | 5,06 | 0,72 | 5,78 |
| TRAMO [16-17] | 100x200 | 0,02000 | 0,250 | 169,5 | 2,35 | 5,06 | 0,21 | 5,27 |
| TRAMO [17-18] | 100x200 | 0,02000 | 2,446 | 169,5 | 2,35 | 5,06 | 2,04 | 7,11 |
| TRAMO [18-19] | 100x200 | 0,02000 | 0,636 | 169,5 | 2,35 | 0,51 | 0,53 | 1,05 |
| TRAMO [19-20] | 100x200 | 0,02000 | 2,103 | 113,0 | 1,57 | 1,55 | 0,84 | 2,39 |
| TRAMO [20-21] | 100x200 | 0,02000 | 2,322 | 56,5 | 0,78 | 0,91 | 0,26 | 1,17 |
| BR [21] | 20-45-H 200x100 | 0,00735 | - | 56,5 | 2,13 | 0,78 | 4,73 | 5,51 |
| TOTAL ACUMULADA | - | - | - | - | - | - | - | 109,10 |

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO SIAV AL-25-24G (ESO 1,2, Y DESDOBLE 1) IMPULSIÓN | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Referencia** | **Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)** | **Área (m²)** | **Long. (m)** | **Caudal (m³/h)** | **Veloc. (m/s)** | **ΔPs (Pa)** | **ΔPe (Pa)** | **ΔPt (Pa)** |
| TRAMO [23-24] | 600x200 | 0,12000 | 0,805 | 2.000,1 | 4,63 | 0,00 | 0,86 | 0,86 |
| TRAMO [24-28] | 400x200 | 0,08000 | 0,703 | 1.200,0 | 4,17 | -0,15 | 0,71 | 0,56 |
| TRAMO [28-32] | 150x200 | 0,03000 | 7,650 | 399,9 | 3,70 | 1,21 | 10,73 | 11,94 |
| TRAMO [32-33] | 150x200 | 0,03000 | 0,907 | 399,9 | 3,70 | 1,42 | 1,27 | 2,69 |
| TRAMO [33-34] | 150x200 | 0,03000 | 0,250 | 399,9 | 3,70 | 11,71 | 0,35 | 12,06 |
| TRAMO [34-35] | 150x200 | 0,03000 | 0,953 | 399,9 | 3,70 | 11,71 | 1,34 | 13,05 |
| TRAMO [35-36] | 150x200 | 0,03000 | 0,250 | 399,9 | 3,70 | 11,71 | 0,35 | 12,06 |
| TRAMO [36-37] | 150x200 | 0,03000 | 0,953 | 399,9 | 3,70 | 11,71 | 1,34 | 13,05 |
| TRAMO [37-38] | 100x200 | 0,02000 | 2,103 | 266,6 | 3,70 | 0,73 | 4,01 | 4,74 |
| TRAMO [38-39] | 100x200 | 0,02000 | 2,322 | 133,3 | 1,85 | 0,91 | 1,25 | 2,16 |
| BI [39] | 20SH 200 x 100 | 0,01215 | - | 133,3 | 3,05 | 7,08 | 4,44 | 11,52 |
| TOTAL ACUMULADA | - | - | - | - | - | - | - | 84,69 |

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO SIAV AL-25-24G (ESO 1,2, Y DESDOBLE 1) RETORNO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Referencia** | **Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)** | **Área (m²)** | **Long. (m)** | **Caudal (m³/h)** | **Veloc. (m/s)** | **ΔPs (Pa)** | **ΔPe (Pa)** | **ΔPt (Pa)** |
| TRAMO [1-2] | 600x200 | 0,12000 | 1,022 | 2.000,0 | 4,63 | 0,00 | 1,09 | 1,09 |
| TRAMO [2-3] | 600x200 | 0,12000 | 1,600 | 2.000,0 | 4,63 | 21,00 | 1,70 | 22,70 |
| TRAMO [3-9] | 500x200 | 0,10000 | 2,092 | 1.671,5 | 4,64 | 3,76 | 2,38 | 6,13 |
| TRAMO [9-10] | 500x200 | 0,10000 | 0,250 | 1.671,5 | 4,64 | 14,27 | 0,28 | 14,56 |
| TRAMO [10-11] | 250x200 | 0,05000 | 2,200 | 613,2 | 3,41 | -1,93 | 1,93 | 0,00 |
| TRAMO [11-12] | 250x200 | 0,05000 | 0,250 | 613,2 | 3,41 | 8,61 | 0,22 | 8,83 |
| TRAMO [12-13] | 250x200 | 0,05000 | 6,108 | 613,2 | 3,41 | 8,61 | 5,36 | 13,97 |
| TRAMO [13-17] | 150x200 | 0,03000 | 4,200 | 284,7 | 2,64 | 1,24 | 3,17 | 4,42 |
| TRAMO [17-18] | 150x200 | 0,03000 | 1,063 | 284,7 | 2,64 | 5,06 | 0,80 | 5,86 |
| TRAMO [18-19] | 100x200 | 0,02000 | 2,103 | 189,8 | 2,64 | 2,86 | 2,16 | 5,02 |
| TRAMO [19-20] | 100x200 | 0,02000 | 2,322 | 94,9 | 1,32 | 2,56 | 0,68 | 3,24 |
| BR [20] | 20-45-H 250x100 | 0,00955 | - | 94,9 | 2,76 | 1,53 | 8,19 | 9,72 |
| TOTAL ACUMULADA | - | - | - | - | - | - | - | 95,54 |

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO EXTRACTOR CHICAS IMPULSIÓN | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Referencia** | **Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)** | **Área (m²)** | **Long. (m)** | **Caudal (m³/h)** | **Veloc. (m/s)** | **□Ps (Pa)** | **□Pe (Pa)** | **□Pt (Pa)** |
| TRAMO [1-2] | Ø125 | 0,01227 | 2,830 | 180,0 | 4,07 | 0,24 | 6,14 | 6,38 |
| TRAMO [2-3] | Ø125 | 0,01227 | 2,000 | 180,0 | 4,07 | 6,26 | 4,34 | 10,60 |
| TRAMO [3-4] | Ø125 | 0,01227 | 0,300 | 180,0 | 4,07 | 8,02 | 0,65 | 8,67 |
| D [4] | Ø125,00 mm | 0,01227 | - | 180,0 | 4,07 | 0,00 | 19,98 | 19,98 |
| TOTAL ACUMULADA | - | - | - | - | - | - | - | 45,63 |

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO EXTRACTOR CHICAS RETORNO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Referencia** | **Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)** | **Área (m²)** | **Long. (m)** | **Caudal (m³/h)** | **Veloc. (m/s)** | **□Ps (Pa)** | **□Pe (Pa)** | **□Pt (Pa)** |
| TRAMO [5-6] | Ø125 | 0,01227 | 1,734 | 180,0 | 4,07 | 1,42 | 3,67 | 5,09 |
| TRAMO [6-7] | Ø125 | 0,01227 | 4,149 | 180,0 | 4,07 | 8,46 | 8,78 | 17,24 |
| TRAMO [7-8] | Ø125 | 0,01227 | 3,175 | 180,0 | 4,07 | 6,26 | 6,72 | 12,98 |
| TRAMO [8-11] | Ø125 | 0,01227 | 1,790 | 150,0 | 3,40 | 1,61 | 2,72 | 4,33 |
| TRAMO [11-14] | Ø100 | 0,00785 | 0,430 | 120,0 | 4,24 | 11,20 | 1,29 | 12,49 |
| TRAMO [14-16] | Ø100 | 0,00785 | 0,836 | 90,0 | 3,18 | 1,84 | 1,48 | 3,33 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TRAMO [16-17] | Ø100 | 0,00785 | 1,794 | 60,0 | 2,12 | 1,89 | 1,52 | 3,41 |
| TRAMO [17-18] | Ø100 | 0,00785 | 0,879 | 30,0 | 1,06 | 1,43 | 0,21 | 1,64 |
| TRAMO [18-19] | Ø100 | 0,00785 | 6,187 | 30,0 | 1,06 | 0,42 | 1,49 | 1,91 |
| TRAMO [19-20] | Ø100 | 0,00785 | 0,300 | 30,0 | 1,06 | 0,42 | 0,07 | 0,50 |
| BR [20] | GPD-100 | 0,01478 | - | 30,0 | 0,56 | 0,01 | 4,07 | 4,08 |
| TOTAL ACUMULADA | - | - | - | - | - | - | - | 66,98 |

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO EXTRACTOR ALUMNOS IMPULSIÓN | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Referencia** | **Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)** | **Área (m²)** | **Long. (m)** | **Caudal (m³/h)** | **Veloc. (m/s)** | **ΔPs (Pa)** | **ΔPe (Pa)** | **ΔPt (Pa)** |
| TRAMO [1-2] | Ø125 | 0,01227 | 2,830 | 150,0 | 3,40 | 0,16 | 4,41 | 4,57 |
| TRAMO [2-3] | Ø125 | 0,01227 | 2,000 | 150,0 | 3,40 | 4,35 | 3,11 | 7,46 |
| TRAMO [3-4] | Ø125 | 0,01227 | 0,300 | 150,0 | 3,40 | 5,57 | 0,47 | 6,04 |
| D [4] | Ø125,00 mm | 0,01227 | - | 150,0 | 3,40 | 0,00 | 13,88 | 13,88 |
| TOTAL ACUMULADA | - | - | - | - | - | - | - | 31,94 |

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO EXTRACTOR ALUMNOS RETORNO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Referencia** | **Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)** | **Área (m²)** | **Long. (m)** | **Caudal (m³/h)** | **Veloc. (m/s)** | **□Ps (Pa)** | **□Pe (Pa)** | **□Pt (Pa)** |
| TRAMO [5-6] | Ø125 | 0,01227 | 1,734 | 150,0 | 3,40 | 0,98 | 2,63 | 3,62 |
| TRAMO [6-7] | Ø125 | 0,01227 | 3,869 | 150,0 | 3,40 | 5,88 | 5,88 | 11,75 |
| TRAMO [7-8] | Ø125 | 0,01227 | 2,178 | 150,0 | 3,40 | 4,35 | 3,31 | 7,65 |
| TRAMO [8-9] | Ø100 | 0,00785 | 1,412 | 90,0 | 3,18 | 11,30 | 2,50 | 13,80 |
| TRAMO [9-10] | Ø100 | 0,00785 | 0,837 | 60,0 | 2,12 | 4,14 | 0,71 | 4,85 |
| TRAMO [10-11] | Ø100 | 0,00785 | 1,950 | 30,0 | 1,06 | 1,43 | 0,47 | 1,90 |
| TRAMO [11-12] | Ø100 | 0,00785 | 0,300 | 30,0 | 1,06 | 0,42 | 0,07 | 0,50 |
| BR [12] | GPD-100 | 0,01478 | - | 30,0 | 0,56 | 0,01 | 4,07 | 4,08 |
| TOTAL ACUMULADA | - | - | - | - | - | - | - | 48,16 |

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO RECUPERADOR GIMNASIO IMPULSIÓN | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Referencia** | **Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)** | **Área (m²)** | **Long. (m)** | **Caudal (m³/h)** | **Veloc. (m/s)** | **□Ps (Pa)** | **□Pe (Pa)** | **□Pt (Pa)** |
| TRAMO [1-2] | 350x350 | 0,12250 | 1,000 | 894,0 | 2,03 | 0,00 | 0,20 | 0,20 |
| TRAMO [2-3] | 350x350 | 0,12250 | 2,000 | 894,0 | 2,03 | 3,21 | 0,34 | 3,55 |
| TRAMO [3-4] | 350x350 | 0,12250 | 0,300 | 894,0 | 2,03 | 3,21 | 0,05 | 3,26 |
| D [4] | 350,00x350,00 mm | 0,12250 | - | 894,0 | 2,03 | 0,00 | 4,95 | 4,95 |
| TOTAL ACUMULADA | - | - | - | - | - | - | - | 11,96 |

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO RECUPERADOR GIMNASIO RETORNO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Referencia** | **Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)** | **Área (m²)** | **Long. (m)** | **Caudal (m³/h)** | **Veloc. (m/s)** | **□Ps (Pa)** | **□Pe (Pa)** | **□Pt (Pa)** |
| TRAMO [5-6] | 350x350 | 0,12250 | 1,000 | 894,0 | 2,03 | 0,00 | 0,20 | 0,20 |
| TRAMO [6-7] | 350x350 | 0,12250 | 0,300 | 894,0 | 2,03 | 3,21 | 0,06 | 3,27 |
| T [7] | 350,00x350,00 mm L=0,00 mm | 0,12250 | - | 894,0 | 2,03 | 0,00 | 1,24 | 1,24 |
| TOTAL ACUMULADA | - | - | - | - | - | - | - | 4,70 |

El resumen de resultados es el siguiente:

**EDIFICIO AULAS:**

Subsistema «SIAV AL-25-24G (ESO 1,2, Y DESDOBLE 1)»:

Redes «Retorno->Impulsión»:

Caudal descarga 2.000,1 m³/h:

Presión total 180,22 Pa

Presión estática 167,32 Pa

Subsistema «SIAV AL-25-16G (TALLER Y AULAS DESDOBLE)»:

Redes «Retorno->Impulsión»:

Caudal descarga 1.610,5 m³/h:

Presión total 148,09 Pa

Presión estática 136,20 Pa

Subsistema «SIAV AL-25-24G (ESO 3,4 Y PLÁSTICA)»:

Redes «Retorno->Impulsión»:

Caudal descarga 2.400,3 m³/h:

Presión total 187,93 Pa

Presión estática 174,28 Pa

Subsistema «SIAV AL-25-16G (MÚSICA E INFORMÁTICA)»:

Redes «Retorno->Impulsión»:

Caudal descarga 1.600,2 m³/h:

Presión total 125,03 Pa

Presión estática 113,13 Pa

**GIMNASIO:**

Subsistema «RECUPERADOR GIMNASIO»:

Redes «Retorno->Impulsión»:

Caudal descarga 894,0 m³/h:

Presión total 16,66 Pa

Presión estática 14,19 Pa

Subsistema «EXTRACTOR ALUMNOS»:

Redes «Retorno->Impulsión»:

Caudal descarga 425,0 m³/h:

Presión total 12,21 Pa

Presión estática 10,90 Pa

Subsistema «EXTRACTOR ALUMNAS»:

Redes «Retorno->Impulsión»:

Caudal descarga 455,0 m³/h:

Presión total 18,43 Pa

Presión estática 16,93 Pa

**EXIGENCIAS DE CALIDAD DE AMBIENTE ACÚSTICO**

Conforme al documento básico DBHR: “El nivel de potencia acústica máximo de los equipos generadores de ruido estacionario (como los quemadores, las calderas, las bombas de impulsión, la maquinaria de los ascensores, los compresores, grupos electrógenos, extractores, etc.) situados en recintos de instalaciones, así como las rejillas y difusores terminales de instalaciones de aire acondicionado, será tal que se cumplan los niveles de inmisión en los recintos colindantes, expresados en el desarrollo reglamentario de la Ley 37/2003 del Ruido”.

En la tabla B del REAL DECRETO 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, se indican los niveles máximos de ruido permitidos en el interior de los recintos para aulas no superará los 35dBs.

Los equipos, según características técnicas, tienen una potencia sonora entre 40,9 y 54 dBs en función de la regulación. Los equipos se regularán para cumplir con la exigencia mencionada de 35dBs.

Los niveles de ruido en rejillas se detallan en los cuadros de pérdidas de carga anteriores.

## IV5. EJECUCIÓN, PRUEBAS Y CONTROLES

Las condiciones de calidad en la ejecución de las obras relacionadas con la calidad del aire interior quedan garantizadas:

- Mediante las características exigibles a los productos a incorporar.
- Mediante las características exigibles a las unidades de obra que quedan reflejadas en el pliego de condiciones.
- Mediante la realización de las instalaciones, por una empresa instaladora, bajo la supervisión, del director de ejecución, que conforme al Art. 13 de la LOE apartado c) comprobará la correcta ejecución de las instalaciones.

**PRUEBAS Y CONTROLES**

La total verificación del cumplimiento del DB HS3 se llevará a cabo, mediante la verificación de:

- Haberse cumplido durante la ejecución el diseño proyectado.
- Haberse respetado en la ejecución el dimensionado proyectado.
- El verificado durante la ejecución de la instalación, de las condiciones de ejecución del apartado 6 del DB HS3 del CTE.
- El verificado durante la ejecución de la instalación, de las condiciones de los productos de construcción del apartado 6 del DB HS4 del CTE.
- Mediante el correcto uso y la realización de las tareas de mantenimiento indicadas en el apartado 7 del DB HS4 del CTE.

Los aspectos verificados quedarán reflejados en el final de obra, acta de pruebas, registro de la instalación, certificados y revisiones periódicas según corresponda.

| **Tabla de verificación del cumplimiento del DB HS 3 del CTE en la fase de proyecto** | **Verificación** | | | **Método de Verificación** |
|---|---|---|---|---|
| | **SI** | **NO** | **n/p** | |
| **Cumplimiento de las condiciones establecidas para los caudales del apartado 2** | ☒ | ☐ | ☐ | Mediante el apartado 5.1 |
| **Cumplimiento de las condiciones de diseño del apartado 3** | ☒ | ☐ | ☐ | Mediante el apartado 5.1 |
| **Cumplimiento de las condiciones de dimensionado del apartado 4** | ☐ | ☐ | ☒ | Mediante el apartado 5.2 |
| **Cumplimiento de las condiciones de los productos de construcción del apartado 5** | ☐ | ☐ | ☒ | En la fase de proyecto solo se indica las características de los productos a incorporar. |
| **Cumplimiento de las condiciones de construcción del apartado 6** | ☐ | ☐ | ☒ | En la fase de proyecto solo se indica las características de las unidades de obra |
| **Cumplimiento de las condiciones de uso y mantenimiento del apartado 7** | ☐ | ☐ | ☒ | En la fase de proyecto solo se indica las tareas de mantenimiento a realizar. |

# IE. INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN

## IE1. REQUISITOS DE DISEÑO

Para efectuar el presente proyecto se han tenido en cuenta las siguientes Normas y Reglamentos:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, y publicado en el B.O.E. nº 224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
- Normas UNE de referencia listadas en la Instrucción ITC-BT-02 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normas Técnicas de Construcción y Montaje de las Instalaciones Eléctricas de Distribución, que para el suministro tiene establecidas la Compañía Distribuidora de la zona.

La energía será suministrada por la Compañía Distribuidora de la zona en un sistema trifásico de tensiones a 400 V y 50 Hz.

A efectos del cálculo de la intensidad de cortocircuito en cada punto de la instalación, y según datos de la Compañía Distribuidora, se partirá de una intensidad de cortocircuito conocida en el inicio de la instalación de 30 kA.

**PREVISIÓN DE CARGAS EDIFICIO AULAS**

| | |
|---|---|
| Alumbrado: | 5.674 W |
| Fuerza: | 17.701 W |
| **TOTAL** | **20.551 W** |

**PREVISIÓN DE CARGAS GIMNASIO**

| | |
|---|---|
| Alumbrado: | 2.871 W |
| Fuerza: | 9.407 W |
| **TOTAL** | **12.278 W** |

**CUADRO TELECO BAJA EXISTENTE**

| | |
|---|---|
| Fuerza: | 1.320 W |
| **TOTAL** | **1.320 W** |

**CUADRO TELECO PRIMERA EXISTENTE**

| | |
|---|---|
| Fuerza: | 1.320 W |
| **TOTAL** | **1.320 W** |

**PREVISIÓN DE CARGAS CALDERAS EXISTENTE**

| | |
|---|---|
| Fuerza: | 200 W |
| **TOTAL** | **200 W** |

## IE2. MEMORIA DE CÁLCULO

### PREVISIÓN DE POTENCIAS

Se realiza el cómputo general de potencias según lo establecido en la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

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

- Factor de **1'8** a aplicar en tramos que alimentan a puntos de luz con lámparas o tubos de descarga. (Instrucción ITC-BT-09, apartado 3 e Instrucción ITC-BT 44, apartado 3.1del REBT).
- Factor de **1'25** a aplicar en tramos que alimentan a uno o varios motores, y que afecta a la potencia del mayor de ellos. (Instrucción ITC-BT-47, apartado. 3 del REBT).

### INTENSIDAD MÁXIMA PREVISTA

La intensidad máxima prevista ($I_b$) se determina en función de la potencia prevista y de la tensión del sistema, usando las siguientes expresiones:

- Distribución monofásica:

$$I_b = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$$

U: Tensión entre fase y neutro (V)
P: Potencia activa máxima prevista (W)
$I_b$: Intensidad de corriente máxima prevista (A)
cos $\varphi$: Factor de potencia

- Distribución trifásica:

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

U: Tensión entre fases (V)
P: Potencia activa máxima prevista (W)
$I_b$: Intensidad de corriente máxima prevista (A)
cos $\varphi$: Factor de potencia

### SECCIÓN

Se determina la sección por varios métodos atendiendo a distintos criterios de cálculo (calentamiento, caída de tensión, selección de protección, etc.), y se elige la sección normalizada mayor. Se consideran las secciones mínimas de 1,5 mm² para alumbrado y 2,5 mm² para fuerza.

#### Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento

Se aplica para el cálculo por calentamiento lo expuesto en la norma UNE-HD 60364-5-52:2014 Instalaciones eléctricas de baja tensión. La intensidad máxima que debe circular por un cable para que éste no se deteriore viene marcada por las tablas B.52.2 a B.52.13. En función del método de instalación adoptado de la tabla A.52.3, se determina el método de referencia según B.52.1, que en función del tipo de cable indicará la tabla de intensidades máximas que se ha de utilizar.

La intensidad máxima admisible ($I_z$) se ve afectada por una serie de factores como son la temperatura ambiente, la agrupación de varios cables, la exposición al sol, etc. que generalmente reducen su valor. Se calcula el factor por temperatura ambiente a partir de las tablas B.52.14 y B.52.15. El factor por agrupamiento, de las tablas B.52.17, B.52.18, B.52.19A y B.52.19B. El factor por resistividad del terreno, en el caso de instalaciones enterradas, se obtiene de la tabla B.52.16. Si el cable está expuesto al sol, o bien, se trata de un cable con aislamiento mineral, desnudo y accesible, se aplica directamente un 0,9.

Para el cálculo de la sección, se divide la intensidad de cálculo ($I_b$) por el producto de todos los factores correctores, y se busca en la tabla la sección correspondiente para el valor resultante. Para determinar la intensidad máxima admisible del cable, se busca en la misma tabla la intensidad para la sección adoptada, y se multiplica por el producto de los factores correctores.

De este modo, la sección elegida por calentamiento tiene que cumplir la siguiente expresión:

$$I_b < I_z$$

$I_b$: Intensidad máxima prevista (A)

$I_z$: Intensidad máxima admisible del conductor (A).

En definitiva, se trata de adoptar una sección en la que el paso de la intensidad de diseño no eleve su temperatura más allá del límite admisible por el aislamiento del cable. Las temperaturas máximas de funcionamiento según los tipos de aislamiento los marca la tabla 52.1 de la norma UNE-HD 60364-5-52:2014.

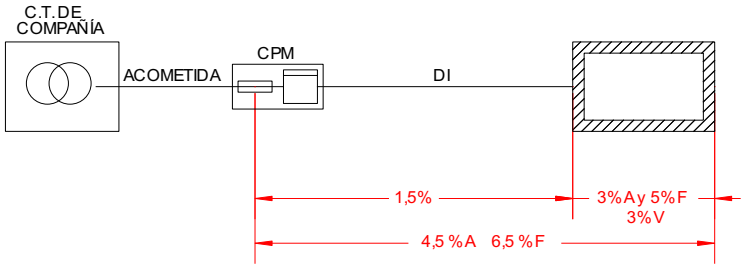
| Tipo de aislamiento | Límite de Temperatura, °C |
|---|---|
| Policloruro de vinilo (PVC) y aislamiento termoplástico a base de poliolefina (Z1) | Conductor: 70 °C |
| Polietileno reticulado (XLPE) y goma o caucho de etileno - propileno (EPR) | Conductor: 90 °C |
| Mineral (con cubierta de PVC ó desnudo y accesible) | Cubierta: 70 °C |
| Mineral (desnudo e inaccesible y no en contacto con materiales combustibles) | Cubierta: 105 °C |

**Criterio de la caída de tensión**

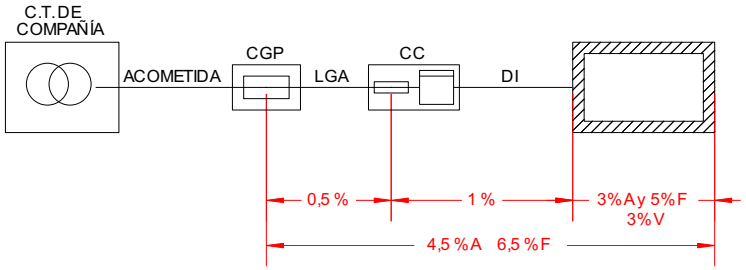
Este método consiste en calcular la sección mínima que respete los límites de caída de tensión impuestos por la normativa vigente. El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión fija unos límites de caída de tensión en la instalación que se pueden resumir en el siguiente gráfico:

**TIPOS DE ESQUEMA**

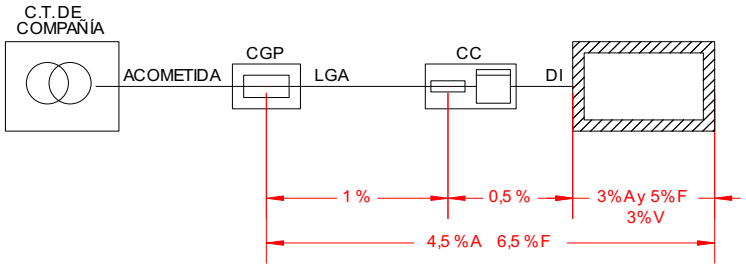
Esquema para un único usuario:



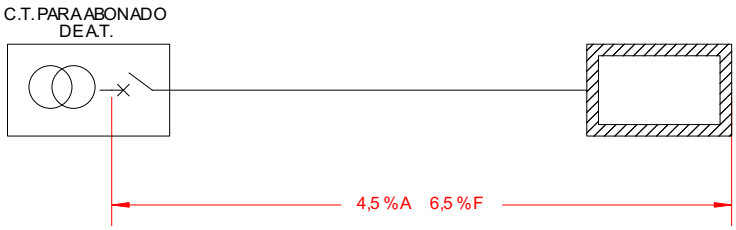
Esquema para una única centralización de contadores:




Esquema cuando existen varias centralizaciones de contadores:




Esquema de una instalación industrial alimentada directamente desde un CT de abonado




Donde:

| | | |
|---|---|---|
| A | = | Circuitos de alumbrado. |
| F | = | Circuitos de fuerza. |
| V | = | Circuitos interiores de viviendas. |
| CPM | = | Caja de protección y medida. |
| CGP | = | Caja General de protección. |
| CC | = | Centralización de contadores. |
| LGA | = | Línea general de alimentación. |
| DI | = | Derivación. |

CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA EN UN TRAMO

Este método se utiliza para evitar sobrepasar los límites de caída de tensión en tramos especiales como pueden ser las líneas generales de alimentación o las derivaciones individuales. Para su uso se utilizan las siguientes fórmulas:

- Distribución monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot e \cdot U_{\mathrm{n}}}$$

S: Sección del cable ($mm^2$)
P: Potencia activa máxima prevista (W)
L: Longitud del tramo (m)
K: Conductividad del material ($m/\Omega \cdot mm^2$)

e: Caída de tensión (V)

$U_n$: Tensión entre fase y neutro.

- Distribución trifásica:

$$S = \frac{P \cdot L}{K \cdot e \cdot U_{\mathrm{n}}}$$

S: Sección del cable ($mm^2$)

P: Potencia activa máxima prevista (W)

L: Longitud del tramo (m)

K: Conductividad del material ($m/\Omega \cdot mm^2$)

e: Caída de tensión (V)

$U_n$: Tensión entre fase y neutro.

CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA EN LA INSTALACIÓN. MÉTODO DE LOS MOMENTOS ELÉCTRICOS

Este método permite ajustar los límites máximos de caída de tensión a lo largo de toda la instalación. En este caso, se utilizan los límites de 4,5% para alumbrado y 6,5% para fuerza. Para ejecutarlo, se siguen las siguientes fórmulas:

- Distribución monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot \lambda}{K \cdot e \cdot U_{\mathrm{n}}}; \qquad \lambda = \Sigma(L_{\mathrm{i}} \cdot P_{\mathrm{i}})$$

S: Sección del conductor ($mm^2$)

λ: Momento eléctrico (m·W)

K: Conductividad del material ($m/\Omega \cdot mm^2$)

e: Caída de tensión (V)

$U_n$: Tensión entre fase y neutro.

$L_i$: Longitud desde el tramo hasta el receptor i (m)

$P_i$: Potencia consumida por el receptor i (W)

- Distribución trifásica:

$$S = \frac{\lambda}{K \cdot e \cdot U_{\mathrm{n}}}; \qquad \lambda = \Sigma(L_{\mathrm{i}} \cdot P_{\mathrm{i}})$$

S: Sección del conductor ($mm^2$)

λ: Momento eléctrico (m·W)

K: Conductividad del material ($m/\Omega \cdot mm^2$)

e: Caída de tensión (V)

$U_n$: Tensión entre fase y neutro.

$L_i$: Longitud desde el tramo hasta el receptor i (m)

$P_i$: Potencia consumida por el receptor i (W)

VARIACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD CON LA TEMPERATURA. CÁLCULO ITERATIVO

La conductividad de un material depende de su temperatura según la siguiente ecuación:

$$K = \frac{1}{\rho}; \quad \rho = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 20)]$$

K: Conductividad del conductor a la temperatura TºC (m/(Ω·mm$^2$))

ρ: Resistividad del conductor a la temperatura TºC((Ω·mm$^2$)/m)

$\rho_{20}$: Resistividad del conductor a 20ºC ((Ω·mm$^2$)/m)

α: Coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor (ºC$^{-1}$) (α=0,00392 °C$^{-1}$ para el cobre y α=0,00403 °C$^{-1}$ para el aluminio).

T: Temperatura real estimada en el conductor (ºC).

Así mismo, la temperatura del conductor al paso de la intensidad de diseño ($I_b$), se puede obtener a partir de la siguiente expresión:

$$T = T_0 + (T_{\text{máx}} - T_0) \cdot \left(\frac{I_b}{I_z}\right)^2$$

T: Temperatura real estimada en el conductor (ºC)

$T_{máx.}$: Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento (ºC) (PVC=70°C, XLPE=90°C, EPR=90°C).

$T_0$: Temperatura ambiente del conductor (ºC)

$I_b$: Intensidad máxima prevista para el condutor (A)

$I_z$: Intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación (A) (depende de la sección)

Se deduce que el cálculo por caída de tensión ha de ser iterativo, ya que la intensidad máxima admisible ($I_z$) depende de la sección del conductor. De este modo, se realiza el siguiente proceso para determinar la sección por caída de tensión:

1. Se parte de una temperatura inicial de 20°C a la que se determina la conductividad del material conductor (Usualmente se utilizan los valores de 56 m/(Ω·mm²) para el cobre y 35 m/(Ω·mm²) para el aluminio).
2. Se calcula la sección por caída de tensión.
3. A partir de la sección resultante, se determina la temperatura de trabajo (al circular la intensidad de diseño), y la nueva conductividad a dicha temperatura.
4. Si la conductividad a la temperatura de trabajo difiere de la usada inicialmente, se vuelve al paso nº 2 usando ahora esta conductividad en el cálculo de la sección. Se repite este ciclo hasta que el error sea despreciable, es decir, hasta que las conductividades inicial y final sean prácticamente iguales.

**CAÍDAS DE TENSIÓN**

Una vez adoptada una sección adecuada del conductor, se calcula la caída de tensión según las ecuaciones siguientes:

- Distribución monofásica:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot e \cdot U_n}$$

e= Caída de tensión (V)

S: Sección del cable (mm$^2$)

K: Conductividad del material (m/Ω·mm$^2$)

L: Longitud del tramo (m)
P: Potencia activa máxima prevista (W)
$U_n$: Tensión entre fase y neutro.

- Distribución trifásica:

$$e = \frac{P \cdot L}{K \cdot e \cdot U_n}$$

e= Caída de tensión (V)
S: Sección del cable ($mm^2$)
K: Conductividad del material ($m/\Omega \cdot mm^2$)
L: Longitud del tramo (m)
P: Potencia activa máxima prevista (W)
$U_n$: Tensión entre fase y neutro.

**INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO**

Será necesario conocer dos niveles de intensidad de cortocircuito:

- La corriente máxima de cortocircuito ($I_{cc\ máx}$), determina el poder de corte de los interruptores automáticos.
- La corriente mínima de cortocircuito ($I_{cc\ mín}$), permite seleccionar las curvas de disparo de los interruptores automáticos y fusibles.

Para calcular estas intensidades en cada punto de la instalación se utiliza el método de las impedancias. Éste método consiste en sumar las resistencias y reactancias situadas aguas arriba del punto considerado, y aplicar las siguientes expresiones:

Defecto trifásico:

$$I_{cc3} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}}$$

Defecto bifásico:

$$I_{cc2} = \frac{c \cdot U_n}{2 \cdot Z_{cc}}$$

Defecto monofásico:

$$I_{cc1} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})}$$

Donde:

$$Z_{cc} = \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2}; \qquad R_{cc} = R_Q + R_T + R_L;\ X_{cc} = X_Q + X_T + X_L$$

$$(Z_{cc} + Z_{LN}) = \sqrt{(R_{cc} + R_{LN})^2 + (X_{cc} + X_{LN})^2}$$

$I_{cc3}$: Intensidad de cortocircuito en un defecto trifásico (kA)
$I_{cc2}$: Intensidad de cortocircuito en un defecto bifásico (kA)
$I_{cc1}$: Intensidad de cortocircuito en un defecto fase neutro (kA)
C: Coeficiente de tensión (c=0,95 para $I_{cmín}$ y c=1,05 para $I_{cmáx}$)

$U_n$: Tensión compuesta (V)

$R_Q$ y $X_Q$: Resistencia y reactancia de red (mΩ)

$R_T$ y $X_T$: Resistencia y reactancia de red (mΩ)

$R_L$ y $X_L$: Resistencia y reactancia del conductor de fase (mΩ)

$R_{LN}$ y $X_{LN}$: Resistencia y reactancia del conductor neutro (mΩ)

En los siguientes apartados se desarrollan los métodos de cálculo de las impedancias en cada punto de la instalación.

**Impedancia de la red de alimentación**

Si un cortocircuito trifásico es alimentado por una red de la que sólo se conoce la corriente de cortocircuito simétrica inicial $I''_{kQ}$, o bien, su potencia de cortocircuito $S''_{kQ}$, entonces la impedancia equivalente viene dada por:

Conocida $I''_{kQ}$ (kA):

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_{nQ}}{\sqrt{3} \cdot (I''_{KQ})}$$

Conocida $S''_{kQ}$ (MVA):

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_{nQ}^2}{10^3 \cdot S_{CC}}; \qquad S''_{kQ} = 10^{-3} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{nQ} \cdot I''_{kQ}$$

Donde:

$Z_Q$: Impedancia de red (mΩ)

c: Factor de tensión

$U_{nQ}$: Tensión compuesta (V)

$I''_{kQ}$: Intensidad máxima de cortocircuito simétrica inicial (kA)

$S''_{kQ}$: Potencia de cortocircuito de la red de alimentación (MVA)

Si el cortocircuito es alimentado por un transformador, la impedancia equivalente de la red de alimentación referida al lado de baja del transformador se determina por:

Conocida $I''_{kQ}$ (kA):

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_{nQ}}{\sqrt{3} \cdot (I''_{KQ})} \cdot \frac{1}{t_r^2} = \frac{c \cdot U_{rT}^2}{\sqrt{3} \cdot I''_{kQ} \cdot U_{nQ}}; \qquad t_r = \frac{U_{nQ}}{U_{rT}}$$

Conocida $S''_{kQ}$ (MVA):

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_{nQ}^2}{10^3 \cdot S''_{kQ}} \cdot \frac{1}{t_r^2} = \frac{c \cdot U_{rT}^2}{10^3 \cdot S''_{kQ}}; \quad t_r = \frac{U_{nQ}}{U_{rT}}$$

Donde:

$Z_Q$: Impedancia de red referida al lado de baja del transformador (mΩ)

c: Factor de tensión

$U_{nQ}$: Tensión de la red de alimentación (V)

$U_{rT}$: Tensión en el lado de baja del transformador (V)

$T_r$: Relación de transformación

$I''_{kQ}$: Intensidad máxima de cortocircuito simétrica inicial (kA)

$S''_{kQ}$: Potencia de cortocircuito de la red de alimentación (MVA)

Para el cálculo de la resistencia y reactancia de red, se consideran las siguientes relaciones:

$$R_Q = 0{,}1 \cdot X_Q$$
$$X_Q = 0{,}995 \cdot Z_Q$$

Donde:

$R_Q$: Resistencia de red (mΩ)

$X_Q$: Reactancia de red (mΩ)

$Z_Q$: Impedancia de red (mΩ)

**Impedancia del transformador**

Las impedancias de cortocircuito de los transformadores de dos devanados se calculan a partir de los datos asignados del transformador siguiendo las siguientes expresiones:

$$Z_T = \frac{u_{kr}}{100\%} \cdot \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}}$$

$$R_T = \frac{u_{Rr}}{100\%} \cdot \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}}$$

$$X_T = \sqrt[2]{Z_T^2 - R_T^2}$$

Donde:

$U_{rT}$: Tensión asignada del transformador en el lado de baja (V)

$S_{rT}$: Potencia aparente asignada del transformador (kVA)

$u_{kr}$: Tensión de cortocircuito del transformador (%)

$u_{Rr}$: Pérdidas totales del transformador en los devanados a la corriente asignada (%)

$Z_T$: Impedancia del transformador (mΩ)

$R_T$: Resistencia del transformador (mΩ)

$X_T$: Reactancia del transformador (mΩ)

**Impedancia de los cables**

La resistencia de los conductores se determina en función de su longitud, resistividad y sección:

$$R_L = 10^3 \cdot \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Donde:

$R_L$: Resistencia del conductor (mΩ)

$\rho$: Resistividad del material (Ω·mm²/m)

L: Longitud del conductor (m)

S: Sección del conductor (mm²)

La resistividad del material varía con la temperatura según la siguiente expresión:

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

$\rho$: Resistividad del conductor a la temperatura T

$\rho_{20}$: Resistividad del conductor a 20ºC

$\alpha$: Coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor, en $ºC^{-1}$ ($\alpha$=0,00392 $ºC^{-1}$ para el cobre y $\alpha$=0,00403 $ºC^{-1}$ para el aluminio)

Se calculará la resistencia de los conductores a la temperatura de 20°C para el cálculo de la intensidad máxima de cortocircuito, y a la temperatura de 145°C para el cálculo de la intensidad mínima de cortocircuito.

La reactancia de los conductores se puede estimar siguiendo las siguientes expresiones:

$$X_L = 0{,}12 \cdot L \text{ (cable unipolar)}$$
$$X_L = 0{,}08 \cdot L \text{ (cable multipolar)}$$

Donde:

$X_L$: Reactancia del conductor (mΩ)

L: Longitud del conductor (m)

Finalmente, para determinar la impedancia del conductor, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Z_L = \sqrt[2]{R_L^2 - X_L^2}$$

Donde:

$Z_L$: Impedancia del conductor (mΩ)

$R_L$: Resistencia del conductor (mΩ)

$X_L$: Reactancia del conductor (mΩ)

**PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

**Protección contra las corrientes de sobrecarga**

Se instalarán dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente de las canalizaciones. Se dimensionan estos dispositivos según lo establecido en la normativa aplicada, para lo cual se verifican las siguientes condiciones:

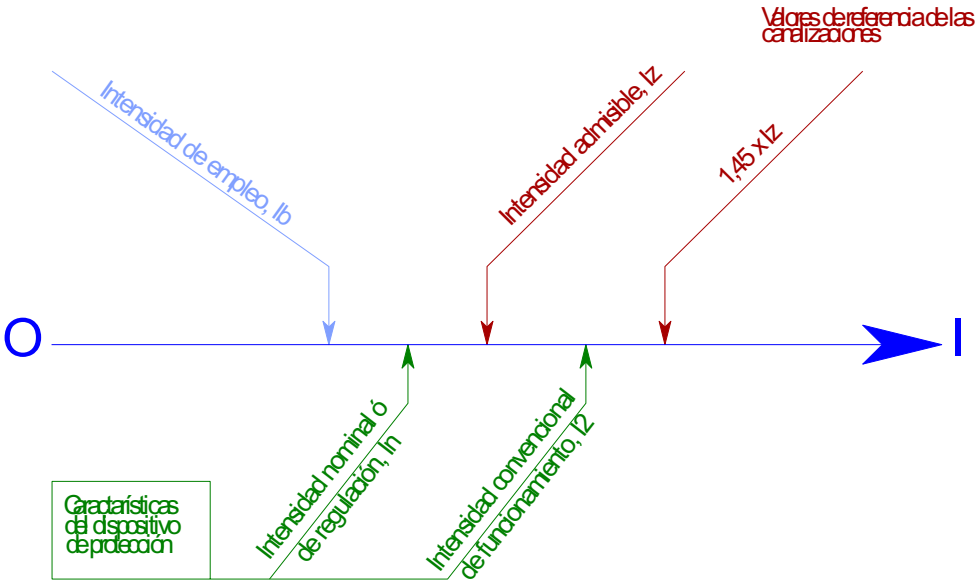
$$I_b \leq I_n \leq I_z$$
$$I_2 \leq 1{,}45 \cdot I_z$$

$I_b$: Intensidad máxima prevista, o intensidad de diseño (A)

$I_Z$: Intensidad admisible de la canalización, según normas aplicadas (A)

$I_n$: Intensidad nominal o calibre del dispositivo de protección (A)

$I_2$: Intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección para un tiempo largo (A)




**Protección contra las corrientes de cortocircuito**

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

Según la normativa aplicada, todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito responderá a las dos condiciones siguientes:

- Su poder de corte debe ser como mínimo igual a la corriente de cortocircuito supuesta en el punto donde está instalado.
- El tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito que se produzca en un punto cualquier del circuito no debe ser superior al tiempo que tarda en alcanzar la temperatura de los conductores el límite admisible.

$$\sqrt{t} = k \cdot \frac{S}{I_{cc}}$$

t: Duración en segundos (s)

S: Sección (mm2)

k: Constante que depende del material de aislamiento

$I_{cc}$: Corriente de cortocircuito efectiva (A)

Esta segunda condición se puede transformar, en caso de interruptores automáticos, en la condición siguiente, que resulta más fácil de aplicar, y es generalmente más restrictiva:

$$I_{ccmín} > I_m$$

$I_{ccmín}$: Corriente de cortocircuito mínima que se calcula en el extremo del circuito protegido por el interruptor automático (A)

$I_m$: Corriente mínima que asegura el disparo magnético, por ejemplo:

- IA curva B: $I_m = 5 \cdot I_n$

- IA curva C $I_m = 10 \cdot I_n$
- IA curva D: $I_m = 20 \cdot I_n$

Se añaden a continuación los cuadros resumen por circuitos:

## CUADROS RESUMEN POR CIRCUITOS ALUMBRADO

**CUADRO EXISTENTE**

| Circuito | P | $U_n$ | $I_b$ | $I_z$ | Fct·$I_{zt}$ | $I_{cc\ máx}$ | $I_{cc\ mín}$ | $I_{PROT.}$ | Sección | Cable e instalación | $T_{TRAB}$ | K | $L_{CDT}$ | $CDT_{circ}$ | $CDT_{acum}$ | $P_{máxCAL}$ | $P_{máxCDT}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C.B.A | 5.373 | 400 | 7,76 | 48,72 | 0,87×56 | 8,00 | 2,11 | 40 | (4×16)+TT×16 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (29,28m); | 40,8 | 53,64 | 29,28 | 0,1 | 0,11 | 33.754 | 211.029 |
| C.G.A | 5.268 | 400 | 7,60 | 48,72 | 0,87×56 | 8,00 | 0,86 | 40 | (4×16)+TT×16 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (77m); | 40,7 | 53,64 | 77,00 | 0,3 | 0,30 | 33.753 | 80.254 |
| C.P.A | 3.173 | 400 | 4,58 | 48,72 | 0,87×56 | 8,00 | 1,63 | 40 | (4×16)+TT×16 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (39,11m); | 40,3 | 53,73 | 39,11 | 0,1 | 0,09 | 33.754 | 158.264 |
| C.TA.A | 1.550 | 400 | 2,24 | 48,72 | 0,87×56 | 8,00 | 1,43 | 40 | (4×16)+TT×16 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (45m); | 40,1 | 53,77 | 45,00 | 0,1 | 0,05 | 33.751 | 137.657 |

**C.B.A**

| Circuito | P | $U_n$ | $I_b$ | $I_z$ | Fct·$I_{zt}$ | $I_{cc\ máx}$ | $I_{cc\ mín}$ | $I_{PROT.}$ | Sección | Cable e instalación | $T_{TRAB}$ | K | $L_{CDT}$ | $CDT_{circ}$ | $CDT_{acum}$ | $P_{máxCAL}$ | $P_{máxCDT}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B.A1 | 842 | 230 | 3,66 | 12,62 | 0,87×14,5 | 3,20 | 0,16 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (38m); | 42,5 | 53,29 | 38,00 | 1,5 | 1,63 | 2.901 | 1.669 |
| B.A10 | 245 | 230 | 1,06 | 16,97 | 0,87×19,5 | 3,20 | 0,18 | 10 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (54m); | 40,1 | 53,76 | 54,00 | 0,4 | 0,49 | 3.902 | 1.975 |
| B.A11 | 245 | 230 | 1,06 | 16,97 | 0,87×19,5 | 3,20 | 0,17 | 10 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (58m); | 40,1 | 53,76 | 58,00 | 0,4 | 0,51 | 3.902 | 1.839 |
| B.A2 | 842 | 230 | 3,66 | 12,62 | 0,87×14,5 | 3,20 | 0,16 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (36m); | 42,5 | 53,29 | 36,00 | 1,4 | 1,55 | 2.901 | 1.762 |
| B.A3 | 842 | 230 | 3,66 | 12,62 | 0,87×14,5 | 3,20 | 0,17 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (34m); | 42,5 | 53,29 | 34,00 | 1,4 | 1,47 | 2.901 | 1.866 |
| B.A4 | 356 | 230 | 1,55 | 12,62 | 0,87×14,5 | 3,20 | 0,13 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (46m); | 40,5 | 53,70 | 46,00 | 0,8 | 0,88 | 2.901 | 1.389 |
| B.A5 | 324 | 230 | 1,41 | 12,62 | 0,87×14,5 | 3,20 | 0,16 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (38m); | 40,4 | 53,71 | 38,00 | 0,6 | 0,69 | 2.901 | 1.682 |
| B.A6 | 259 | 230 | 1,13 | 12,62 | 0,87×14,5 | 3,20 | 0,17 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (34m); | 40,2 | 53,74 | 34,00 | 0,4 | 0,53 | 2.901 | 1.881 |
| B.A7 | 670 | 230 | 2,91 | 12,62 | 0,87×14,5 | 3,20 | 0,19 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (30m); | 41,6 | 53,47 | 30,00 | 0,9 | 1,06 | 2.901 | 2.122 |
| B.A8 | 243 | 230 | 1,06 | 16,97 | 0,87×19,5 | 3,20 | 0,21 | 10 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (45m); | 40,1 | 53,76 | 45,00 | 0,3 | 0,42 | 3.902 | 2.370 |
| B.A9 | 245 | 230 | 1,06 | 16,97 | 0,87×19,5 | 3,20 | 0,16 | 10 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (62m); | 40,1 | 53,76 | 62,00 | 0,4 | 0,54 | 3.902 | 1.720 |
| B.E1 | 65 | 230 | 0,28 | 12,62 | 0,87×14,5 | 3,20 | 0,15 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (40m); | 40 | 53,78 | 40,00 | 0,1 | 0,24 | 2.901 | 1.600 |
| B.E2 | 119 | 230 | 0,52 | 12,62 | 0,87×14,5 | 3,20 | 0,16 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (38m); | 40,1 | 53,77 | 38,00 | 0,2 | 0,33 | 2.901 | 1.684 |
| B.E3 | 76 | 230 | 0,33 | 12,62 | 0,87×14,5 | 3,20 | 0,23 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (25m); | 40 | 53,78 | 25,00 | 0,1 | 0,20 | 2.901 | 2.560 |

**C.G.A**

| Circuito | P | $U_n$ | $I_b$ | $I_z$ | Fct·$I_{zt}$ | $I_{cc\ máx}$ | $I_{cc\ mín}$ | $I_{PROT.}$ | Sección | Cable e instalación | $T_{TRAB}$ | K | $L_{CDT}$ | $CDT_{circ}$ | $CDT_{acum}$ | $P_{máxCAL}$ | $P_{máxCDT}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G.A1 | 1.107 | 230 | 4,81 | 12,62 | 0,87×14,5 | 1,38 | 0,13 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (42m); | 44,4 | 52,94 | 42,00 | 2,2 | 2,51 | 2.901 | 1.500 |
| G.A2 | 1.107 | 230 | 4,81 | 12,62 | 0,87×14,5 | 1,38 | 0,14 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (40m); | 44,4 | 52,94 | 40,00 | 2,1 | 2,40 | 2.901 | 1.575 |
| G.A3 | 1.107 | 230 | 4,81 | 12,62 | 0,87×14,5 | 1,38 | 0,13 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (42m); | 44,4 | 52,94 | 42,00 | 2,2 | 2,51 | 2.901 | 1.500 |
| G.A4 | 97 | 230 | 0,42 | 12,62 | 0,87×14,5 | 1,38 | 0,31 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (13m); | 40 | 53,78 | 13,00 | 0,1 | 0,35 | 2.901 | 4.924 |
| G.A5 | 97 | 230 | 0,42 | 12,62 | 0,87×14,5 | 1,38 | 0,35 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (11m); | 40 | 53,78 | 11,00 | 0,1 | 0,35 | 2.901 | 5.819 |
| G.A6 | 97 | 230 | 0,42 | 12,62 | 0,87×14,5 | 1,38 | 0,39 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (9m); | 40 | 53,78 | 9,00 | 0,0 | 0,34 | 2.901 | 7.112 |
| G.A7 | 988 | 230 | 4,30 | 12,62 | 0,87×14,5 | 1,38 | 0,21 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (23m); | 43,5 | 53,11 | 23,00 | 1,1 | 1,37 | 2.901 | 2.749 |
| G.A8 | 243 | 230 | 1,06 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,38 | 0,15 | 10 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (60m); | 40,1 | 53,76 | 60,00 | 0,4 | 0,71 | 3.902 | 1.778 |
| G.C1 | 100 | 230 | 0,48 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,38 | 0,80 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (1m); | 40 | 53,78 | 1,00 | 0,0 | 0,30 | 3.512 | 106.686 |
| G.E1 | 140 | 230 | 0,61 | 12,62 | 0,87×14,5 | 1,38 | 0,11 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (50m); | 40,1 | 53,77 | 50,00 | 0,3 | 0,62 | 2.901 | 1.280 |
| G.E2 | 108 | 230 | 0,47 | 12,62 | 0,87×14,5 | 1,38 | 0,11 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (50m); | 40 | 53,78 | 50,00 | 0,3 | 0,55 | 2.901 | 1.280 |
| G.E3 | 76 | 230 | 0,33 | 12,62 | 0,87×14,5 | 1,38 | 0,11 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (50m); | 40 | 53,78 | 50,00 | 0,2 | 0,47 | 2.901 | 1.280 |

**C.P.A**

| Circuito | P | $U_n$ | $I_b$ | $I_z$ | Fct·$I_{zt}$ | $I_{cc\ máx}$ | $I_{cc\ mín}$ | $I_{PROT.}$ | Sección | Cable e instalación | $T_{TRAB}$ | K | $L_{CDT}$ | $CDT_{circ}$ | $CDT_{acum}$ | $P_{máxCAL}$ | $P_{máxCDT}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P.A1 | 599 | 230 | 2,61 | 12,62 | 0,87×14,5 | 2,53 | 0,15 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (38m); | 41,3 | 53,54 | 38,00 | 1,1 | 1,16 | 2.901 | 1.677 |
| P.A2 | 599 | 230 | 2,61 | 12,62 | 0,87×14,5 | 2,53 | 0,16 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (36m); | 41,3 | 53,54 | 36,00 | 1,0 | 1,11 | 2.901 | 1.770 |
| P.A3 | 599 | 230 | 2,61 | 12,62 | 0,87×14,5 | 2,53 | 0,17 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (34m); | 41,3 | 53,54 | 34,00 | 1,0 | 1,05 | 2.901 | 1.874 |
| P.A4 | 324 | 230 | 1,41 | 12,62 | 0,87×14,5 | 2,53 | 0,13 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (46m); | 40,4 | 53,71 | 46,00 | 0,7 | 0,79 | 2.901 | 1.390 |
| P.A5 | 292 | 230 | 1,27 | 12,62 | 0,87×14,5 | 2,53 | 0,15 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (38m); | 40,3 | 53,73 | 38,00 | 0,5 | 0,61 | 2.901 | 1.683 |
| P.A6 | 227 | 230 | 0,99 | 12,62 | 0,87×14,5 | 2,53 | 0,17 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (34m); | 40,2 | 53,75 | 34,00 | 0,4 | 0,45 | 2.901 | 1.882 |
| P.A7 | 414 | 230 | 1,80 | 12,62 | 0,87×14,5 | 2,53 | 0,17 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (35m); | 40,6 | 53,67 | 35,00 | 0,7 | 0,77 | 2.901 | 1.825 |
| P.E1 | 76 | 230 | 0,33 | 12,62 | 0,87×14,5 | 2,53 | 0,15 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (40m); | 40 | 53,78 | 40,00 | 0,1 | 0,23 | 2.901 | 1.600 |
| P.E2 | 11 | 230 | 0,05 | 12,62 | 0,87×14,5 | 2,53 | 0,15 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (38m); | 40 | 53,78 | 38,00 | 0,0 | 0,11 | 2.901 | 1.685 |
| P.E3 | 32 | 230 | 0,14 | 12,62 | 0,87×14,5 | 2,53 | 0,22 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (25m); | 40 | 53,78 | 25,00 | 0,0 | 0,13 | 2.901 | 2.561 |

**C.TA.A**

| Circuito | P | $U_n$ | $I_b$ | $I_z$ | Fct·$I_{zt}$ | $I_{cc\ máx}$ | $I_{cc\ mín}$ | $I_{PROT.}$ | Sección | Cable e instalación | $T_{TRAB}$ | K | $L_{CDT}$ | $CDT_{circ}$ | $CDT_{acum}$ | $P_{máxCAL}$ | $P_{máxCDT}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TA.A1 | 454 | 230 | 1,97 | 12,62 | 0,87×14,5 | 2,24 | 0,22 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (25m); | 40,7 | 53,64 | 25,00 | 0,5 | 0,58 | 2.901 | 2.554 |
| TA.A2 | 454 | 230 | 1,97 | 12,62 | 0,87×14,5 | 2,24 | 0,23 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (23m); | 40,7 | 53,64 | 23,00 | 0,5 | 0,54 | 2.901 | 2.776 |
| TA.A3 | 454 | 230 | 1,97 | 12,62 | 0,87×14,5 | 2,24 | 0,25 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (21m); | 40,7 | 53,64 | 21,00 | 0,4 | 0,50 | 2.901 | 3.040 |
| TA.A4 | 144 | 230 | 0,63 | 12,62 | 0,87×14,5 | 2,24 | 0,45 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (10m); | 40,1 | 53,77 | 10,00 | 0,1 | 0,12 | 2.901 | 6.400 |
| TA.E1 | 10 | 230 | 0,05 | 12,62 | 0,87×14,5 | 2,24 | 0,30 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (17m); | 40 | 53,78 | 17,00 | 0,0 | 0,06 | 2.611 | 3.766 |
| TA.E2 | 18 | 230 | 0,09 | 12,62 | 0,87×14,5 | 2,24 | 0,39 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (12m); | 40 | 53,78 | 12,00 | 0,0 | 0,06 | 2.611 | 5.335 |
| TA.E3 | 18 | 230 | 0,09 | 12,62 | 0,87×14,5 | 2,24 | 0,35 | 10 | (2×1,5)+TT×1,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (14m); | 40 | 53,78 | 14,00 | 0,0 | 0,06 | 2.611 | 4.573 |

**Identificación de los métodos de instalación**

| Cable e instalación | Descripción | Norma | Ref. Inst. | Ref. Met. | Tabla 2 conductores | Tabla 3 conductor | Reacción al fuego (CPR) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H07Z1-K (AS)/1-A1 | H07Z1-K (AS) - A1 unip. empotrados en pared aislante bajo tubo flexible | UNE-HD 60364-5-52:2014 | Ref 1 | A1 | B.52.2 col.2 Cu | B.52.4 col.2 Cu | Cca-s1b,d1,a1 |

**Leyenda**

| | | |
|---|---|---|
| P | = | Potencia activa máxima prevista (W) |
| $U_n$ | = | Tensión nominal (V) |
| $I_b$ | = | Intensidad de diseño o máxima prevista (A) |
| $I_z$ | = | Intensidad máxima admisible para las condiciones del circuito (A) |
| Fct·$I_{zt}$ | = | Factores correctores por intensidad máxima admisible tabulada en norma (A) |
| $I_{cc\ máx}$ | = | Intensidad de cortocircuito máxima al inicio del circuito (kA) |
| $I_{cc\ mín}$ | = | Intensidad de cortocircuito mínima al final del circuito (kA) |
| Sección | = | Sección de los conductores del circuito (mm²) |
| $T_{TRAB}$ | = | Temperatura de trabajo cuando circula la intensidad de diseño (°C) |

| Leyenda | | |
|---|---|---|
| K | = | Conductividad usada para el cálculo de la caída de tensión (m/Ω·mm²) |
| $L_{CDT}$ | = | Longitud hasta el receptor con mayor caída de tensión del circuito (m) |
| $CDT_{circ}$ | = | Caída de tensión más desfavorable del circuito (%) |
| $CDT_{acum}$ | = | Caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito (%) |
| $P_{máxCAL}$ | = | Potencia máxima admisible por calentamiento (W) |
| $P_{máxCDT}$ | = | Potencia máxima admisible por caída de tensión (W) |

CUADROS RESUMEN POR CIRCUITOS FUERZA

**C. F EXISTENTE**

| Circuito | P | $U_n$ | $I_b$ | $I_z$ | Fct·$I_{zt}$ | $I_{cc\ máx}$ | $I_{cc\ mín}$ | $I_{PROT.}$ | Sección | Cable e instalación | $T_{TRAB}$ | K | $L_{CDT}$ | $CDT_{circ}$ | $CDT_{acum}$ | $P_{máxCAL}$ | $P_{máxCDT}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C G.F | 5.370 | 400 | 7,75 | 48,72 | 0,87×56 | 8,00 | 0,86 | 40 | (4×16)+TT×16 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (77m); | 40,8 | 53,64 | 77,00 | 0,3 | 0,30 | 33.754 | 115.911 |
| C.B.F | 3.637 | 400 | 5,25 | 48,72 | 0,87×56 | 8,00 | 2,89 | 40 | (4×16)+TT×16 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (20m); | 40,3 | 53,72 | 20,00 | 0,1 | 0,05 | 33.751 | 446.922 |
| C.C.F | 4.214 | 400 | 6,08 | 48,72 | 0,87×56 | 8,00 | 0,78 | 40 | (4×16)+TT×16 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (85m); | 40,5 | 53,69 | 85,00 | 0,3 | 0,26 | 33.754 | 105.113 |
| C.I | 7.575 | 400 | 10,93 | 48,72 | 0,87×56 | 8,00 | 1,04 | 40 | (4×16)+TT×16 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (63,15m); | 41,5 | 53,49 | 63,15 | 0,3 | 0,35 | 33.754 | 140.956 |
| C.P.F | 2.887 | 400 | 4,17 | 48,72 | 0,87×56 | 8,00 | 2,50 | 40 | (4×16)+TT×16 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (24m); | 40,2 | 53,74 | 24,00 | 0,1 | 0,05 | 33.749 | 372.609 |
| C.TA.F | 3.749 | 400 | 5,41 | 48,72 | 0,87×56 | 8,00 | 1,43 | 40 | (4×16)+TT×16 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (45m); | 40,4 | 53,71 | 45,00 | 0,1 | 0,12 | 33.754 | 198.616 |

**C. B.F**

| Circuito | P | $U_n$ | $I_b$ | $I_z$ | Fct·$I_{zt}$ | $I_{cc\ máx}$ | $I_{cc\ mín}$ | $I_{PROT.}$ | Sección | Cable e instalación | $T_{TRAB}$ | K | $L_{CDT}$ | $CDT_{circ}$ | $CDT_{acum}$ | $P_{máxCAL}$ | $P_{máxCDT}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B.F1 | 1.125 | 230 | 4,89 | 16,97 | 0,87×19,5 | 4,19 | 0,27 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (36m); | 42,5 | 53,30 | 36,00 | 1,1 | 1,20 | 3.902 | 2.937 |
| B.F2 | 1.125 | 230 | 4,89 | 16,97 | 0,87×19,5 | 4,19 | 0,26 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (38m); | 42,5 | 53,30 | 38,00 | 1,2 | 1,27 | 3.902 | 2.783 |
| B.F3 | 626 | 230 | 2,72 | 16,97 | 0,87×19,5 | 4,19 | 0,32 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (30m); | 40,8 | 53,63 | 30,00 | 0,5 | 0,58 | 3.902 | 3.547 |
| B.V1 | 368 | 230 | 1,60 | 16,97 | 0,87×19,5 | 4,19 | 0,80 | 4 (1,6) | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (10m); | 40,3 | 53,73 | 10,00 | 0,1 | 0,16 | 3.902 | 10.659 |
| B.V2 | 368 | 230 | 1,60 | 16,97 | 0,87×19,5 | 4,19 | 0,80 | 4 (1,6) | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (10m); | 40,3 | 53,73 | 10,00 | 0,1 | 0,16 | 3.902 | 10.659 |
| P.C1 | 100 | 230 | 0,48 | 16,97 | 0,87×19,5 | 4,19 | 2,32 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (1m); | 40 | 53,78 | 1,00 | 0,0 | 0,06 | 3.512 | 106.686 |

**C. G. F**

| Circuito | P | $U_n$ | $I_b$ | $I_z$ | Fct·$I_{zt}$ | $I_{cc\ máx}$ | $I_{cc\ mín}$ | $I_{PROT.}$ | Sección | Cable e instalación | $T_{TRAB}$ | K | $L_{CDT}$ | $CDT_{circ}$ | $CDT_{acum}$ | $P_{máxCAL}$ | $P_{máxCDT}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G.F1 | 1.350 | 230 | 5,87 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,38 | 0,46 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (11m); | 43,6 | 53,09 | 11,00 | 0,4 | 0,72 | 3.902 | 9.575 |
| G.F2 | 1.350 | 230 | 5,87 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,38 | 0,39 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (15m); | 43,6 | 53,09 | 15,00 | 0,6 | 0,88 | 3.902 | 7.021 |
| G.F3 | 674 | 230 | 2,93 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,38 | 0,39 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (15m); | 40,9 | 53,61 | 15,00 | 0,3 | 0,59 | 3.902 | 7.090 |
| G.F4 | 250 | 230 | 1,09 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,38 | 0,48 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (10m); | 40,1 | 53,76 | 10,00 | 0,1 | 0,37 | 3.902 | 10.665 |
| G.F5 | 621 | 230 | 2,70 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,38 | 0,42 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (13m); | 40,8 | 53,64 | 13,00 | 0,2 | 0,53 | 3.902 | 8.185 |
| G.F6 | 125 | 230 | 0,54 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,38 | 0,44 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (12m); | 40 | 53,78 | 12,00 | 0,0 | 0,34 | 3.902 | 8.890 |
| G.F7 | 500 | 230 | 2,17 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,38 | 0,62 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (5m); | 40,5 | 53,69 | 5,00 | 0,1 | 0,37 | 3.902 | 21.301 |
| G.F8 | 500 | 230 | 2,17 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,38 | 0,39 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (15m); | 40,5 | 53,69 | 15,00 | 0,2 | 0,51 | 3.902 | 7.100 |

**C.C.F**

| Circuito | P | $U_n$ | $I_b$ | $I_z$ | Fct·$I_{zt}$ | $I_{cc\ máx}$ | $I_{cc\ mín}$ | $I_{PROT.}$ | Sección | Cable e instalación | $T_{TRAB}$ | K | $L_{CDT}$ | $CDT_{circ}$ | $CDT_{acum}$ | $P_{máxCAL}$ | $P_{máxCDT}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C.F1 | 15 | 230 | 0,06 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,26 | 0,49 | 4 (0,07) | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (8m); | 40 | 53,78 | 8,00 | 0,0 | 0,26 | 3.902 | 13.337 |
| C.F10 | 625 | 230 | 2,72 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,26 | 0,34 | 4 (2,8) | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (18m); | 40,8 | 53,63 | 18,00 | 0,3 | 0,58 | 3.902 | 5.911 |
| C.F11 | 500 | 230 | 2,17 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,26 | 0,37 | 4 (2,2) | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (15m); | 40,5 | 53,69 | 15,00 | 0,2 | 0,47 | 3.902 | 7.100 |
| C.F12 | 882 | 400 | 1,27 | 20,88 | 0,87×24 | 2,36 | 0,23 | 4 (1,3) | (4×4)+TT×4 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (54m); | 40,1 | 53,76 | 54,00 | 0,1 | 0,40 | 14.466 | 19.116 |
| C.F13 | 124 | 230 | 0,54 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,26 | 0,57 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (5m); | 40 | 53,78 | 5,00 | 0,0 | 0,28 | 3.902 | 21.337 |
| C.F14 | 25 | 230 | 0,11 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,26 | 0,34 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (18m); | 40 | 53,78 | 18,00 | 0,0 | 0,27 | 3.902 | 5.927 |
| C.F2 | 110 | 230 | 0,48 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,26 | 0,49 | 4 (0,48) | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (8m); | 40 | 53,78 | 8,00 | 0,0 | 0,29 | 3.902 | 13.336 |
| C.F3 | 44 | 230 | 0,19 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,26 | 0,47 | 4 (0,20) | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (9m); | 40 | 53,78 | 9,00 | 0,0 | 0,27 | 3.902 | 11.855 |
| C.F4 | 74 | 230 | 0,32 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,26 | 0,47 | 4 (0,32) | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (9m); | 40 | 53,78 | 9,00 | 0,0 | 0,28 | 3.902 | 11.855 |
| C.F5 | 74 | 230 | 0,32 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,26 | 0,45 | 4 (0,32) | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (10m); | 40 | 53,78 | 10,00 | 0,0 | 0,28 | 3.902 | 10.669 |
| C.F6 | 37 | 230 | 0,16 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,26 | 0,45 | 4 (0,16) | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (10m); | 40 | 53,78 | 10,00 | 0,0 | 0,27 | 3.902 | 10.669 |
| C.F7 | 625 | 230 | 2,72 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,26 | 0,42 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (12m); | 40,8 | 53,63 | 12,00 | 0,2 | 0,47 | 3.902 | 8.866 |
| C.F8 | 625 | 230 | 2,72 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,26 | 0,45 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (10m); | 40,8 | 53,63 | 10,00 | 0,2 | 0,44 | 3.902 | 10.640 |
| C.F9 | 625 | 230 | 2,72 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,26 | 0,45 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (10m); | 40,8 | 53,63 | 10,00 | 0,2 | 0,44 | 3.902 | 10.640 |

**C.I**

| Circuito | P | $U_n$ | $I_b$ | $I_z$ | Fct·$I_{zt}$ | $I_{cc\ máx}$ | $I_{cc\ mín}$ | $I_{PROT.}$ | Sección | Cable e instalación | $T_{TRAB}$ | K | $L_{CDT}$ | $CDT_{circ}$ | $CDT_{acum}$ | $P_{máxCAL}$ | $P_{máxCDT}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C10 | 800 | 230 | 3,48 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,66 | 0,44 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (14m); | 41,3 | 53,54 | 14,00 | 0,3 | 0,67 | 3.902 | 7.586 |
| I.F1 | 375 | 230 | 1,63 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,66 | 0,38 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (18m); | 40,3 | 53,73 | 18,00 | 0,2 | 0,54 | 3.902 | 5.922 |
| I.F2 | 800 | 230 | 3,48 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,66 | 0,48 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (12m); | 41,3 | 53,54 | 12,00 | 0,3 | 0,62 | 3.902 | 8.851 |
| I.F3 | 800 | 230 | 3,48 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,66 | 0,44 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (14m); | 41,3 | 53,54 | 14,00 | 0,3 | 0,67 | 3.902 | 7.586 |
| I.F4 | 800 | 230 | 3,48 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,66 | 0,41 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (16m); | 41,3 | 53,54 | 16,00 | 0,4 | 0,71 | 3.902 | 6.638 |
| I.F5 | 800 | 230 | 3,48 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,66 | 0,38 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (18m); | 41,3 | 53,54 | 18,00 | 0,4 | 0,76 | 3.902 | 5.900 |
| I.F6 | 800 | 230 | 3,48 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,66 | 0,59 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (8m); | 41,3 | 53,54 | 8,00 | 0,2 | 0,53 | 3.902 | 13.276 |
| I.F7 | 800 | 230 | 3,48 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,66 | 0,53 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (10m); | 41,3 | 53,54 | 10,00 | 0,2 | 0,58 | 3.902 | 10.621 |
| I.F8 | 800 | 230 | 3,48 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,66 | 0,48 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (12m); | 41,3 | 53,54 | 12,00 | 0,3 | 0,62 | 3.902 | 8.851 |
| I.F9 | 800 | 230 | 3,48 | 16,97 | 0,87×19,5 | 1,66 | 0,44 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (14m); | 41,3 | 53,54 | 14,00 | 0,3 | 0,67 | 3.902 | 7.586 |

**C.P.F**

| Circuito | P | $U_n$ | $I_b$ | $I_z$ | Fct·$I_{zt}$ | $I_{cc\ máx}$ | $I_{cc\ mín}$ | $I_{PROT.}$ | Sección | Cable e instalación | $T_{TRAB}$ | K | $L_{CDT}$ | $CDT_{circ}$ | $CDT_{acum}$ | $P_{máxCAL}$ | $P_{máxCDT}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P.C1 | 100 | 230 | 0,48 | 16,97 | 0,87×19,5 | 3,70 | 2,05 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (1m); | 40 | 53,78 | 1,00 | 0,0 | 0,05 | 3.512 | 106.686 |
| P.F1 | 1.500 | 230 | 6,52 | 16,97 | 0,87×19,5 | 3,70 | 0,27 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (35m); | 44,4 | 52,93 | 35,00 | 1,5 | 1,55 | 3.902 | 3.000 |
| P.F2 | 626 | 230 | 2,72 | 16,97 | 0,87×19,5 | 3,70 | 0,31 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (30m); | 40,8 | 53,63 | 30,00 | 0,5 | 0,58 | 3.902 | 3.547 |
| P.V1 | 368 | 230 | 1,60 | 16,97 | 0,87×19,5 | 3,70 | 0,56 | 4 (1,6) | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (15m); | 40,3 | 53,73 | 15,00 | 0,2 | 0,21 | 3.902 | 7.106 |
| P.V2 | 368 | 230 | 1,60 | 16,97 | 0,87×19,5 | 3,70 | 0,31 | 4 (1,6) | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (30m); | 40,3 | 53,73 | 30,00 | 0,3 | 0,36 | 3.902 | 3.553 |

**C.TA.F**

| Circuito | P | $U_n$ | $I_b$ | $I_z$ | $Fct \cdot I_{zt}$ | $I_{cc\ máx}$ | $I_{cc\ mín}$ | $I_{PROT.}$ | Sección | Cable e instalación | $T_{TRAB}$ | K | $L_{CDT}$ | $CDT_{circ}$ | $CDT_{acum}$ | $P_{máxCAL}$ | $P_{máxCDT}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TA.F1 | 1.500 | 230 | 6,52 | 16,97 | 0,87×19,5 | 2,24 | 0,35 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (23m); | 44,4 | 52,93 | 23,00 | 1,0 | 1,11 | 3.902 | 4.565 |
| TA.F2 | 1.125 | 230 | 4,89 | 16,97 | 0,87×19,5 | 2,24 | 0,42 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (18m); | 42,5 | 53,30 | 18,00 | 0,6 | 0,70 | 3.902 | 5.874 |
| TA.F3 | 1.125 | 230 | 4,89 | 16,97 | 0,87×19,5 | 2,24 | 0,46 | 16 | (2×2,5)+TT×2,5 | H07Z1-K (AS)/1-A1 (16m); | 42,5 | 53,30 | 16,00 | 0,5 | 0,63 | 3.902 | 6.609 |

**Identificación de los métodos de instalación**

| Cable e instalación | Descripción | Norma | Ref. Inst. | Ref. Met. | Tabla 2 conductores | Tabla 3 conductores | Reacción al fuego (CPR) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H07Z1-K (AS)/1-A1 | H07Z1-K (AS) - A1 unip. empotrados en pared aislante bajo tubo flexible | UNE-HD 60364-5-52:2014 | Ref 1 | A1 | B.52.2 col.2 Cu | B.52.4 col.2 Cu | Cca-s1b,d1,a1 |

**Leyenda**

| | | |
|---|---|---|
| P | = | Potencia activa máxima prevista (W) |
| $U_n$ | = | Tensión nominal (V) |
| $I_b$ | = | Intensidad de diseño o máxima prevista (A) |
| $I_z$ | = | Intensidad máxima admisible para las condiciones del circuito (A) |
| $Fct \cdot I_{zt}$ | = | Factores correctores por intensidad máxima admisible tabulada en norma (A) |
| $I_{cc\ máx}$ | = | Intensidad de cortocircuito máxima al inicio del circuito (kA) |
| $I_{cc\ mín}$ | = | Intensidad de cortocircuito mínima al final del circuito (kA) |
| Sección | = | Sección de los conductores del circuito ($mm^2$) |
| $T_{TRAB}$ | = | Temperatura de trabajo cuando circula la intensidad de diseño (°C) |
| K | = | Conductividad usada para el cálculo de la caída de tensión ($m/\Omega \cdot mm^2$) |
| $L_{CDT}$ | = | Longitud hasta el receptor con mayor caída de tensión del circuito (m) |
| $CDT_{circ}$ | = | Caída de tensión más desfavorable del circuito (%) |
| $CDT_{acum}$ | = | Caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito (%) |
| $P_{máxCAL}$ | = | Potencia máxima admisible por calentamiento (W) |
| $P_{máxCDT}$ | = | Potencia máxima admisible por caída de tensión (W) |

## CUADROS RESUMEN DE PROTECCIONES DE ALUMBRADO

**CUADRO EXISTENTE**

| Dispositivo | Nº polos | $U_n$ | $I_b$ | $I_n$ | $I_z$ | $I_s$ | $I_{cc\ máx}$ | PdC | $I_{cc\ mín}$ | Curvas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ID AI 01 | 4P | 400 | 4,58 | **40** | | 300 | | | | |
| PIA | 4P | 400 | 4,58 | **40** | 48,72 | | 8,00 | 10 | 1,631 | C |
| ID AI 02 | 4P | 400 | 7,76 | **40** | | 300 | | | | |
| PIA | 4P | 400 | 7,76 | **40** | 48,72 | | 8,00 | 10 | 2,111 | C |
| ID AI 03 | 4P | 400 | 7,60 | **40** | | 300 | | | | |
| PIA 03 | 4P | 400 | 7,60 | **40** | 48,72 | | 8,00 | 10 | 0,861 | C |
| ID AL 04 | 4P | 400 | 2,24 | **40** | | 300 | | | | |
| IM C.Ta.A | 4P | 400 | 2,24 | **40** | 48,72 | | 8,00 | 10 | 1,433 | C |

**C.B.A**

| Dispositivo | Nº polos | $U_n$ | $I_b$ | $I_n$ | $I_z$ | $I_s$ | $I_{cc\ máx}$ | PdC | $I_{cc\ mín}$ | Curvas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IGA | 4P | 400 | 7,76 | **25** | 48,72 | | 5,02 | 6 | | |
| ID1 | 2P | 230 | 5,49 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA B.A1 | 2P | 230 | 3,66 | **10** | 12,62 | | 3,20 | 6 | 0,157 | C |
| PIA B.A4 | 2P | 230 | 1,55 | **10** | 12,62 | | 3,20 | 6 | 0,131 | C |
| PIA B.E1 | 2P | 230 | 0,28 | **10** | 12,62 | | 3,20 | 6 | 0,149 | C |
| ID2 | 2P | 230 | 5,59 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA B.A2 | 2P | 230 | 3,66 | **10** | 12,62 | | 3,20 | 6 | 0,165 | C |
| PIA B.A5 | 2P | 230 | 1,41 | **10** | 12,62 | | 3,20 | 6 | 0,157 | C |
| PIA B.E2 | 2P | 230 | 0,52 | **10** | 12,62 | | 3,20 | 6 | 0,157 | C |
| ID3 | 2P | 230 | 5,12 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA B.A3 | 2P | 230 | 3,66 | **10** | 12,62 | | 3,20 | 6 | 0,174 | C |
| PIA B.A6 | 2P | 230 | 1,13 | **10** | 12,62 | | 3,20 | 6 | 0,174 | C |
| PIA B.E3 | 2P | 230 | 0,33 | **10** | 12,62 | | 3,20 | 6 | 0,230 | C |
| ID4 | 2P | 230 | 2,91 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA B.A7 | 2P | 230 | 2,91 | **10** | 12,62 | | 3,20 | 6 | 0,195 | C |
| ID5 | 2P | 230 | 1,06 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA B.A8 | 2P | 230 | 1,06 | **10** | 16,97 | | 3,20 | 6 | 0,214 | C |
| R1 | 2P | 230 | 1,06 | **25** | | | | | | |
| ID 6 | 2P | 230 | 1,06 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA B.A9 | 2P | 230 | 1,06 | **10** | 16,97 | | 3,20 | 6 | 0,160 | C |
| R2 | 2P | 230 | 1,06 | **25** | | | | | | |
| ID 7 | 2P | 230 | 1,06 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA B.A10 | 2P | 230 | 1,06 | **10** | 16,97 | | 3,20 | 6 | 0,182 | C |
| R3 | 2P | 230 | 1,06 | **25** | | | | | | |
| ID 8 | 2P | 230 | 1,06 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA B.A11 | 2P | 230 | 1,06 | **10** | 16,97 | | 3,20 | 6 | 0,170 | C |
| R4 | 2P | 230 | 1,06 | **25** | | | | | | |

**C.G.A**

| Dispositivo | Nº polos | $U_n$ | $I_b$ | $I_n$ | $I_z$ | $I_s$ | $I_{cc\ máx}$ | PdC | $I_{cc\ mín}$ | Curvas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IGA | 4P | 400 | 7,60 | **25** | 48,72 | | 2,56 | 6 | | |
| ID1 | 2P | 230 | 5,85 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA G.A1 | 2P | 230 | 4,81 | **10** | 12,62 | | 1,38 | 6 | 0,130 | C |
| AP G.A1 | 2P | 230 | 4,81 | **25** | | | | | | |
| PIA G.A4 | 2P | 230 | 0,42 | **10** | 12,62 | | 1,38 | 6 | 0,315 | C |
| PIA G.E1 | 2P | 230 | 0,61 | **10** | 12,62 | | 1,38 | 6 | 0,112 | C |
| ID2 | 2P | 230 | 5,71 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA G.A2 | 2P | 230 | 4,81 | **10** | 12,62 | | 1,38 | 6 | 0,135 | C |
| AP G.A2 | 2P | 230 | 4,81 | **25** | | | | | | |
| PIA G.A5 | 2P | 230 | 0,42 | **10** | 12,62 | | 1,38 | 6 | 0,349 | C |
| PIA G.E2 | 2P | 230 | 0,47 | **10** | 12,62 | | 1,38 | 6 | 0,112 | C |
| ID3 | 2P | 230 | 5,56 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA G.A3 | 2P | 230 | 4,81 | **10** | 12,62 | | 1,38 | 6 | 0,130 | C |
| AP G.A3 | 2P | 230 | 4,81 | **25** | | | | | | |
| PIA G.A6 | 2P | 230 | 0,42 | **10** | 12,62 | | 1,38 | 6 | 0,391 | C |
| PIA G.E3 | 2P | 230 | 0,33 | **10** | 12,62 | | 1,38 | 6 | 0,112 | C |
| ID4 | 2P | 230 | 4,30 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA G.A7 | 2P | 230 | 4,30 | **10** | 12,62 | | 1,38 | 6 | 0,211 | C |
| ID5 | 2P | 230 | 1,06 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA G.A8 | 2P | 230 | 1,06 | **10** | 16,97 | | 1,38 | 6 | 0,148 | C |
| R2 | 2P | 230 | 1,06 | **25** | | | | | | |
| ID G.C1 | 2P | 230 | 0,48 | **25** | | 30 | | | | |
| IM G.C1 | 2P | 230 | 0,48 | **16** | 16,97 | | 1,38 | 6 | 0,797 | C |

**C.P.A**

| Dispositivo | Nº polos | $U_n$ | $I_b$ | $I_n$ | $I_z$ | $I_s$ | $I_{cc\ máx}$ | PdC | $I_{cc\ mín}$ | Curvas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IGA | 4P | 400 | 4,58 | **25** | 48,72 | | 4,25 | 6 | | |
| ID1 | 2P | 230 | 4,34 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA P.A1 | 2P | 230 | 2,61 | **10** | 12,62 | | 2,53 | 6 | 0,153 | C |
| PIA P.A4 | 2P | 230 | 1,41 | **10** | 12,62 | | 2,53 | 6 | 0,129 | C |
| PIA P.E1 | 2P | 230 | 0,33 | **10** | 12,62 | | 2,53 | 6 | 0,146 | C |
| ID2 | 2P | 230 | 3,92 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA P.A2 | 2P | 230 | 2,61 | **10** | 12,62 | | 2,53 | 6 | 0,161 | C |
| PIA P.A5 | 2P | 230 | 1,27 | **10** | 12,62 | | 2,53 | 6 | 0,153 | C |
| PIA P.E2 | 2P | 230 | 0,05 | **10** | 12,62 | | 2,53 | 6 | 0,153 | C |
| ID | 2P | 230 | 3,73 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA P.A3 | 2P | 230 | 2,61 | **10** | 12,62 | | 2,53 | 6 | 0,170 | C |
| PIA P.A6 | 2P | 230 | 0,99 | **10** | 12,62 | | 2,53 | 6 | 0,170 | C |
| PIA P.E3 | 2P | 230 | 0,14 | **10** | 12,62 | | 2,53 | 6 | 0,223 | C |
| ID | 2P | 230 | 1,80 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA P.A7 | 2P | 230 | 1,80 | **10** | 12,62 | | 2,53 | 6 | 0,165 | C |

**C.TA.A**

| Dispositivo | Nº polos | $U_n$ | $I_b$ | $I_n$ | $I_z$ | $I_s$ | $I_{cc\ máx}$ | PdC | $I_{cc\ mín}$ | Curvas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IGA | 4P | 400 | 2,24 | **25** | 48,72 | | 3,87 | 6 | | |
| ID1 | 2P | 230 | 2,01 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA TA.A1 | 2P | 230 | 1,97 | **10** | 12,62 | | 2,24 | 6 | 0,218 | C |
| PIA TA.E1 | 2P | 230 | 0,05 | **10** | 12,62 | | 2,24 | 6 | 0,300 | C |
| ID2 | 2P | 230 | 2,05 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA TA.A2 | 2P | 230 | 1,97 | **10** | 12,62 | | 2,24 | 6 | 0,234 | C |
| PIA TA.E2 | 2P | 230 | 0,09 | **10** | 12,62 | | 2,24 | 6 | 0,392 | C |
| ID3 | 2P | 230 | 2,05 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA TA.A3 | 2P | 230 | 1,97 | **10** | 12,62 | | 2,24 | 6 | 0,253 | C |
| PIA TA.E3 | 2P | 230 | 0,09 | **10** | 12,62 | | 2,24 | 6 | 0,349 | C |
| ID4 | 2P | 230 | 0,63 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA TA.47 | 2P | 230 | 0,63 | **10** | 12,62 | | 2,24 | 6 | 0,446 | C |

**Leyenda**

| | | |
|---|---|---|
| $U_n$ | = | Tensión nominal (V) |
| $I_b$ | = | Intensidad máxima prevista (A) |
| $I_n$ | = | Intensidad nominal del dispositivo o calibre (A) |
| $I_z$ | = | Intensidad máxima admisible del circuito a proteger (A) |
| $I_s$ | = | Sensibilidad del dispositivo diferencial (mA) |
| $I_{cc\ máx}$ | = | Intensidad de cortocircuito máxima en el punto de instalación (kA) |
| PdC | = | Poder de corte del dispositivo (kA) |
| $I_{cc\ mín}$ | = | Intensidad de cortocircuito mínima en el punto más alejado del circuito a proteger (kA) |
| Curvas | = | Curvas de disparo válidas para los interruptores magnetotérmicos. |

## CUADROS RESUMEN DE PROTECCIONES DE FUERZA

**C. F EXISTENTE**

| Dispositivo | Nº polos | $U_n$ | $I_b$ | $I_n$ | $I_z$ | $I_s$ | $I_{cc\ máx}$ | PdC | $I_{cc\ mín}$ | Curvas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ID1 | 4P | 400 | 7,75 | **40** | | 300 | | | | |
| PIA C.G.F | 4P | 400 | 7,75 | **40** | 48,72 | | 8,00 | 10 | 0,861 | C |
| ID2 | 4P | 400 | 5,25 | **40** | | 300 | | | | |
| PIA C.B.F | 4P | 400 | 5,25 | **40** | 48,72 | | 8,00 | 10 | 2,895 | C |
| ID3 | 4P | 400 | 6,08 | **40** | | 300 | | | | |
| PIA C.C.F | 4P | 400 | 6,08 | **40** | 48,72 | | 8,00 | 10 | 0,782 | C |
| ID4 | 4P | 400 | 10,93 | **40** | | 300 | | | | |
| PIA C.If | 4P | 400 | 10,93 | **40** | 48,72 | | 8,00 | 10 | 1,041 | C |
| ID5 | 4P | 400 | 4,17 | **40** | | 300 | | | | |
| PIA C.P.F | 4P | 400 | 4,17 | **40** | 48,72 | | 8,00 | 10 | 2,500 | C |
| ID6 | 4P | 400 | 5,41 | **40** | | 300 | | | | |
| PIA C.TA.F | 4P | 400 | 5,41 | **40** | 48,72 | | 8,00 | 10 | 1,433 | C |

**C. B.F**

| Dispositivo | Nº polos | $U_n$ | $I_b$ | $I_n$ | $I_z$ | $I_s$ | $I_{cc\ máx}$ | PdC | $I_{cc\ mín}$ | Curvas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IGA | 4P | 400 | 5,25 | **25** | 48,72 | | 5,95 | 6 | | |
| ID01 | 2P | 230 | 4,89 | **25** | | 30 | | | | |

| C. B.F | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PIA B.F1 | 2P | 230 | 4,89 | **16** | 16,97 | | 4,19 | 6 | 0,271 | C |
| ID02 | 2P | 230 | 4,89 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA B.F2 | 2P | 230 | 4,89 | **16** | 16,97 | | 4,19 | 6 | 0,258 | C |
| ID03 | 2P | 230 | 2,72 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA B.F3 | 2P | 230 | 2,72 | **16** | 16,97 | | 4,19 | 6 | 0,320 | C |
| ID04 | 2P | 230 | 3,32 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA B.V1 | 2P | 230 | 1,60 | **16** | | | 4,19 | 6 | 0,797 | C |
| AP B.V1 | 2P | 230 | 1,60 | **25** | | | | | | |
| IT B.V1 | 2P | 230 | 1,60 | **4 (1,6)** | 16,97 | | | | | |
| PIA B.V2 | 2P | 230 | 1,60 | **16** | | | 4,19 | 6 | 0,797 | C |
| AP B.V2 | 2P | 230 | 1,60 | **25** | | | | | | |
| IT B.V2 | 2P | 230 | 1,60 | **4 (1,6)** | 16,97 | | | | | |
| IM P.C1 | 2P | 230 | 0,48 | **16** | 16,97 | | 4,19 | 6 | 2,320 | C |
| AP P.C1 | 2P | 230 | 0,48 | **25** | | | | | | |

| C. G. F | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Dispositivo** | **Nº polos** | **$U_n$** | **$I_b$** | **$I_n$** | **$I_z$** | **$I_s$** | **$I_{cc\ máx}$** | **PdC** | **$I_{cc\ mín}$** | **Curvas** |
| IGA | 4P | 400 | 7,75 | **25** | 48,72 | | 2,56 | 6 | | |
| ID1 | 2P | 230 | 11,74 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA G.F1 | 2P | 230 | 5,87 | **16** | 16,97 | | 1,38 | 6 | 0,458 | C |
| PIA G.F2 | 2P | 230 | 5,87 | **16** | 16,97 | | 1,38 | 6 | 0,391 | C |
| ID2 | 2P | 230 | 4,02 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA G.F3 | 2P | 230 | 2,93 | **16** | 16,97 | | 1,38 | 6 | 0,391 | C |
| PIA G.F4 | 2P | 230 | 1,09 | **16** | 16,97 | | 1,38 | 6 | 0,478 | C |
| ID3 | 2P | 230 | 3,24 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA G.F5 | 2P | 230 | 2,70 | **16** | 16,97 | | 1,38 | 6 | 0,422 | C |
| PIA G.F6 | 2P | 230 | 0,54 | **16** | 16,97 | | 1,38 | 6 | 0,439 | C |
| ID4 | 2P | 230 | 2,17 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA G.F7 | 2P | 230 | 2,17 | **16** | 16,97 | | 1,38 | 6 | 0,615 | C |
| ID5 | 2P | 230 | 2,17 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA G.F8 | 2P | 230 | 2,17 | **16** | 16,97 | | 1,38 | 6 | 0,391 | C |

| C.C.F | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Dispositivo** | **Nº polos** | **$U_n$** | **$I_b$** | **$I_n$** | **$I_z$** | **$I_s$** | **$I_{cc\ máx}$** | **PdC** | **$I_{cc\ mín}$** | **Curvas** |
| IGA | 4P | 400 | 6,08 | **25** | 48,72 | | 2,36 | 6 | | |
| ID1 | 2P | 230 | 0,68 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA C.F1 | 2P | 230 | 0,06 | **16** | | | 1,26 | 6 | 0,495 | C |
| K1 | 2P | 230 | 0,06 | **25** | | | | | | |
| IT C.F1 | 2P | 230 | 0,06 | **4 (0,07)** | 16,97 | | | | | |
| PIA C.F2 | 2P | 230 | 0,48 | **16** | | | 1,26 | 6 | 0,495 | C |
| K2 | 2P | 230 | 0,48 | **25** | | | | | | |
| IT C.F2 | 2P | 230 | 0,48 | **4 (0,48)** | 16,97 | | | | | |
| PIA C.F3 | 2P | 230 | 0,19 | **16** | | | 1,26 | 6 | 0,473 | C |
| K3 | 2P | 230 | 0,19 | **25** | | | | | | |
| IT C.F3 | 2P | 230 | 0,19 | **4 (0,20)** | 16,97 | | | | | |
| ID2 | 2P | 230 | 0,70 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA C.F4 | 2P | 230 | 0,32 | **16** | | | 1,26 | 6 | 0,473 | C |
| K4 | 2P | 230 | 0,32 | **25** | | | | | | |
| IT C.F4 | 2P | 230 | 0,32 | **4 (0,32)** | 16,97 | | | | | |
| PIA C.F5 | 2P | 230 | 0,32 | **16** | | | 1,26 | 6 | 0,453 | C |
| K5 | 2P | 230 | 0,32 | **25** | | | | | | |
| IT C.F5 | 2P | 230 | 0,32 | **4 (0,32)** | 16,97 | | | | | |
| PIA C.F6 | 2P | 230 | 0,16 | **16** | | | 1,26 | 6 | 0,453 | C |
| K6 | 2P | 230 | 0,16 | **25** | | | | | | |
| IT C.F6 | 2P | 230 | 0,16 | **4 (0,16)** | 16,97 | | | | | |
| ID3 | 2P | 230 | 8,15 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA C.F7 | 2P | 230 | 2,72 | **16** | 16,97 | | 1,26 | 6 | 0,418 | C |
| PIA C.F8 | 2P | 230 | 2,72 | **16** | 16,97 | | 1,26 | 6 | 0,453 | C |
| PIA C.F9 | 2P | 230 | 2,72 | **16** | 16,97 | | 1,26 | 6 | 0,453 | C |
| ID4 | 2P | 230 | 2,72 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA C.F10 | 2P | 230 | 2,72 | **10** | | | 1,26 | 6 | 0,338 | C |
| K10 | 2P | 230 | 2,72 | **25** | | | | | | |
| IT C.F10 | 2P | 230 | 2,72 | **4 (2,8)** | 16,97 | | | | | |
| ID5 | 2P | 230 | 2,17 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA C.F11 | 2P | 230 | 2,17 | **16** | | | 1,26 | 6 | 0,374 | C |
| K11 | 2P | 230 | 2,17 | **25** | | | | | | |
| IT C.F11 | 2P | 230 | 2,17 | **4 (2,2)** | 16,97 | | | | | |
| ID6 | 4P | 400 | 1,27 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA C.F12 | 4P | 400 | 1,27 | **16** | | | 2,36 | 6 | 0,226 | C |
| K12 | 4P | 400 | 1,27 | **25** | | | | | | |
| IT C.F12 | 4P | 400 | 1,27 | **4 (1,3)** | 20,88 | | | | | |
| ID7 | 2P | 230 | 0,54 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA C.F13 | 2P | 230 | 0,54 | **16** | 16,97 | | 1,26 | 6 | 0,574 | C |

**C.C.F**

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ID8 | 2P | 230 | 0,11 | **25** | | 30 | | | | |
| IM C.F14 | 2P | 230 | 0,11 | **16** | 16,97 | | 1,26 | 6 | 0,338 | C |

**C.I**

| Dispositivo | Nº polos | $U_n$ | $I_b$ | $I_n$ | $I_z$ | $I_s$ | $I_{cc\ máx}$ | PdC | $I_{cc\ mín}$ | Curvas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IGA | 4P | 400 | 10,93 | **25** | 48,72 | | 3,01 | 6 | | |
| ID Fz 01 | 2P | 230 | 8,59 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA C10 | 2P | 230 | 3,48 | **16** | 16,97 | | 1,66 | 6 | 0,442 | C |
| PIA I.F1 | 2P | 230 | 1,63 | **16** | 16,97 | | 1,66 | 6 | 0,380 | C |
| PIA I.F2 | 2P | 230 | 3,48 | **16** | 16,97 | | 1,66 | 6 | 0,482 | C |
| ID Fz 02 | 2P | 230 | 10,43 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA I.F3 | 2P | 230 | 3,48 | **16** | 16,97 | | 1,66 | 6 | 0,442 | C |
| PIA I.F4 | 2P | 230 | 3,48 | **16** | 16,97 | | 1,66 | 6 | 0,409 | C |
| PIA I.F5 | 2P | 230 | 3,48 | **16** | 16,97 | | 1,66 | 6 | 0,380 | C |
| ID Fz 03 | 2P | 230 | 13,91 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA I.F6 | 2P | 230 | 3,48 | **16** | 16,97 | | 1,66 | 6 | 0,588 | C |
| PIA I.F7 | 2P | 230 | 3,48 | **16** | 16,97 | | 1,66 | 6 | 0,530 | C |
| PIA I.F8 | 2P | 230 | 3,48 | **16** | 16,97 | | 1,66 | 6 | 0,482 | C |
| PIA I.F9 | 2P | 230 | 3,48 | **16** | 16,97 | | 1,66 | 6 | 0,442 | C |

**C.P.F**

| Dispositivo | Nº polos | $U_n$ | $I_b$ | $I_n$ | $I_z$ | $I_s$ | $I_{cc\ máx}$ | PdC | $I_{cc\ mín}$ | Curvas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IGA | 4P | 400 | 6,52 | **25** | 48,72 | | 5,53 | 6 | | |
| ID1 | 2P | 230 | 6,52 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA P.F1 | 2P | 230 | 6,52 | **16** | 16,97 | | 3,70 | 6 | 0,274 | C |
| ID2 | 2P | 230 | 2,72 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA P.F2 | 2P | 230 | 2,72 | **16** | 16,97 | | 3,70 | 6 | 0,314 | C |
| ID4 | 2P | 230 | 3,32 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA P.V1 | 2P | 230 | 1,60 | **16** | | | 3,70 | 6 | 0,562 | C |
| AP P.V1 | 2P | 230 | 1,60 | **25** | | | | | | |
| IT P.V1 | 2P | 230 | 1,60 | **4 (1,6)** | 16,97 | | | | | |
| PIA P.V2 | 2P | 230 | 1,60 | **16** | | | 3,70 | 6 | 0,314 | C |
| AP P.V2 | 2P | 230 | 1,60 | **25** | | | | | | |
| IT P.V2 | 2P | 230 | 1,60 | **4 (1,6)** | 16,97 | | | | | |
| IM P.C1 | 2P | 230 | 0,48 | **16** | 16,97 | | 3,70 | 6 | 2,052 | C |
| AP P.C1 | 2P | 230 | 0,48 | **25** | | | | | | |

**C.TA.F**

| Dispositivo | Nº polos | $U_n$ | $I_b$ | $I_n$ | $I_z$ | $I_s$ | $I_{cc\ máx}$ | PdC | $I_{cc\ mín}$ | Curvas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IGA | 4P | 400 | 6,52 | **25** | 48,72 | | 3,87 | 6 | | |
| ID1 | 2P | 230 | 6,52 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA TA.F1 | 2P | 230 | 6,52 | **16** | 16,97 | | 2,24 | 6 | 0,353 | C |
| ID2 | 2P | 230 | 4,89 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA TA.F2 | 2P | 230 | 4,89 | **16** | 16,97 | | 2,24 | 6 | 0,422 | C |
| ID3 | 2P | 230 | 4,89 | **25** | | 30 | | | | |
| PIA TA.F3 | 2P | 230 | 4,89 | **16** | 16,97 | | 2,24 | 6 | 0,459 | C |

**Leyenda**

| | | |
|---|---|---|
| $U_n$ | = | Tensión nominal (V) |
| $I_b$ | = | Intensidad máxima prevista (A) |
| $I_n$ | = | Intensidad nominal del dispositivo o calibre (A) |
| $I_z$ | = | Intensidad máxima admisible del circuito a proteger (A) |
| $I_s$ | = | Sensibilidad del dispositivo diferencial (mA) |
| $I_{cc\ máx}$ | = | Intensidad de cortocircuito máxima en el punto de instalación (kA) |
| PdC | = | Poder de corte del dispositivo (kA) |
| $I_{cc\ mín}$ | = | Intensidad de cortocircuito mínima en el punto más alejado del circuito a proteger (kA) |
| Curvas | = | Curvas de disparo válidas para los interruptores magnetotérmicos. |

**METODO DE HOWE PARA EL CALCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA**

El método de Howe analiza el comportamiento de un electrodo que disipa una intensidad en un medio infinito y homogéneo, suponiendo que la corriente de disipación lineal es constante en todo el electrodo, e igual a la corriente total disipada dividida por la longitud total del conductor.

Para facilitar el estudio de diversos tipos de electrodos y posibilitar la obtención de expresiones matemáticas sencillas, se dividirá el electrodo en conductores lineales paralelos a alguno de los ejes de un sistema de coordenadas ficticio. Estos elementos podrán ser conductores enterrados horizontalmente o bien picas clavadas en posición vertical.

La discontinuidad de la superficie del terreno se simula con un electrodo idéntico al de estudio situado en la posición simétrica respecto de la superficie del terreno (electrodo imagen).

Para determinar la resistencia del electrodo se dividirá éste en "n" elementos según las consideraciones anteriores, calculando el potencial del electrodo como media de los potenciales de todos sus elementos.

Dividiéndose éste por la intensidad total disipada, se obtendrá el valor de la resistencia de puesta a tierra.

$$Rt = \frac{Uo}{I}$$

El potencial "Vi" de un elemento cualquiera del electrodo se calculará como media de los potenciales inducidos por el resto de los elementos sobre éste y del potencial que aparecería en el mismo considerándolo como elemento aislado. El potencial "Vi" se calculará por la siguiente expresión:

$$Vi = \sum_{j=i}^{j=2n} Vij$$

- Vi: Potencial medio del elemento "i".
- Vii: Potencial medio que adquiriría el elemento "i" considerado aisladamente en un medio infinito y homogéneo.
- Vij: Potencial medio que induce el elemento "j" sobre el elemento "i".
- n: Número de elementos en que se ha dividido el electrodo (2n considerando el electrodo imagen).

El potencial medio del electrodo se determinará por la expresión:

$$Uo = \left( \sum_{j=i}^{j=2n} Vi \right) / n$$

Si se supone que el conductor "j" está compuesto por infinitas esferas diferenciales que disipan una corriente "i•dx", la tensión inducida "Ukj" en el punto "k" del conductor "i", por todo el conductor "j", se tendrá de la siguiente expresión:

$$Ukj = \int_{xl=x1}^{xl=x2} \frac{\rho \cdot i}{4 \cdot \pi \cdot d} dxl$$

El potencial "Vij" inducido por el conductor "j" sobre el conductor "i", vendrá dado por la expresión:

$$Vij = \frac{1}{\int_{xk=x1}^{xk=x2} Ukj\, dk} = \rho \cdot I \cdot Ij \cdot Aij = \rho \cdot Ij \cdot Aij$$

Por tanto la expresión inicial se puede escribir como:

$$Rt = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=2n} Aij \cdot Ij}{n \sum_{i=1}^{i=n} Ii}$$

- Aij: Coeficiente de influencia entre los elementos "i" y "j", que sólo es función de la geometría del electrodo.
- ρ: Resistividad del terreno.
- i: Intensidad disipada por unidad de longitud.
- lj: Longitud del conductor "j".
- Ij: Intensidad disipada para el conductor "j".

Para evitar la influencia de la resistividad del terreno en el valor de la resistencia a tierra del electrodo, y obtener un parámetro característico que oriente sobre su comportamiento, se define la resistencia "unitaria" de la configuración como:

$$Kr = \frac{Rt}{\rho} \ (\Omega/\Omega \cdot m)$$

ELECTRODO DE TIERRA

El electrodo de tierra diseñado consta de un electrodo horizontal constituido por un cable de cobre desnudo enterrado y de sección uniforme, al que se le añaden picas verticales enterradas con su cabeza a igual profundidad.

El valor "unitario" de resistencia calculado es:

Kr = 0,01008 Ω/Ω·m

Y siendo la resistividad del terreno 50,00 Ω · m, se obtiene un valor de la resistencia a tierra del electrodo de:

Rt = ρ • Kr = 50,00 • 0,01008 = 0,50416Ω

## IE3. PRUEBAS Y CONTROLES

A la finalización de la instalación eléctrica se realizarán las correspondientes verificaciones conforme a lo indicado en el punto 5.2 de la ITBT-04 del REBT y según especificaciones del punto 3 de la IT-BT-05. El instalador emitirá un certificado de la instalación eléctrica conforme a lo indicado en el punto 5.4 de la ITC-BT-04.

## IE4. HE3 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

### ILUMINACIÓN INTERIOR

Se recogen a continuación las justificaciones del HE3 para el edificio de aulas y el Gimnasio.

El Objeto de la presente memoria es la justificación de la exigencia básica HE3 Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación, regulada por el Código Técnico de la Edificación que establece que:

*Los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.*

De acuerdo al apartado 1 del DB-HE3, esta sección es de aplicación a las instalaciones de iluminación interior, excluyendo los alumbrados de emergencia.

La instalación cumplirá, tanto en lo referente a su diseño, dimensionado, equipos suministrados así como a su montaje, toda la Normativa Legal vigente, y en particular la que se enumera a continuación:

- Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HE3 Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación, aprobado por Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, y publicado en el B.O.E. de fecha 28 de marzo de 2006.
- Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- UNE 12464.1: Norma europea sobre la iluminación de interiores.
- CIE 117-1995: Discomfort glare in interior lighting.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, y publicado en el B.O.E. nº 224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
- Ordenanzas municipales y normas particulares de la Empresa Suministradora.
- Ordenanzas municipales y normas particulares de las Empresas Suministradoras.

El edificio ESO comprende el estudio de la iluminación normal de 16 espacios organizados en 2 plantas, cuyos parámetros más relevantes se enumeran a continuación:

| BAJA | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Espacio | S ($m^2$) | $Z_m$ (cm) | $H_T$ (m) | $H_{PT}$ (m) | Grados de reflexión | | | $F_m$ |
| | | | | | Techo | Paredes | Suelo | |
| AULA ESO 1 | 52,65 | 50 | 3,00 | 0,85 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| AULA ESO 2 | 52,65 | 50 | 3,00 | 0,85 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| AULA ESO 3 | 52,65 | 50 | 3,00 | 0,85 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| AULA ESO 4 | 52,65 | 50 | 3,00 | 0,85 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| AULA PLASTICA | 63,25 | 50 | 3,00 | 0,85 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| CORTAVIENTOS | 12,61 | 50 | 3,00 | 0,00 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| DESDOBLE 1 | 28,86 | 50 | 3,00 | 0,85 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| ESCALERA | 80,83 | 50 | 3,00 | 0,00 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| ESCALERA 1 | 80,83 | 50 | 3,00 | 0,00 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| PASILLO Y ESCALERA | 123,89 | 50 | 3,00 | 0,00 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |

| PRIMERA | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Espacio | S ($m^2$) | $Z_m$ (cm) | $H_T$ (m) | $H_{PT}$ (m) | Grados de reflexión | | | $F_m$ |
| | | | | | Techo | Paredes | Suelo | |
| AULA DESDOBLE 2 | 25,58 | 50 | 3,00 | 0,85 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| AULA DESDOBLE 3 | 26,27 | 50 | 3,00 | 0,85 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| AULA INFORMATICA | 72,94 | 50 | 3,00 | 0,85 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| AULA MUSICA | 62,89 | 50 | 3,00 | 0,85 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| PASILLO ESCALERA PRIMERA | 118,90 | 50 | 3,00 | 0,00 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| TALLER TECNOLOGIA | 120,04 | 50 | 3,00 | 0,85 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |

El edificio gimnasio comprende el estudio de la iluminación normal de 9 espacios organizados en 1 plantas, cuyos parámetros más relevantes se enumeran a continuación:

| GIMNASIO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Espacio | S ($m^2$) | $Z_m$ (cm) | $H_T$ (m) | $H_{PT}$ (m) | Grados de reflexión | | | $F_m$ |
| | | | | | Techo | Paredes | Suelo | |
| ALMACÉN | 12,25 | 50 | 3,58 | 0,85 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| ASEO PROFESOR | 6,02 | 25 | 3,58 | 0,85 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| ASEOS Y VESTUARIO CHICAS | 43,70 | 25 | 3,58 | 0,85 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| ASEOS Y VESTUARIO CHICOS | 43,78 | 25 | 3,58 | 0,85 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| CORTAVIENTOS | 11,28 | 50 | 3,58 | 0,00 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| DESPACHO MONITOR | 16,93 | 25 | 3,58 | 0,85 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| INSTALACIONES | 10,74 | 30 | 3,58 | 0,85 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| PISTA BALONCESTO | 619,37 | 50 | 7,88 | 0,85 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |
| VESTÍBULO | 23,79 | 50 | 3,58 | 0,00 | 70% | 50% | 20% | 0,85 |

Donde:

S es la superficie del espacio ($m^2$).

$Z_m$ es la zona marginal paralela a los límites del recinto donde no se consideran los valores de iluminancia calculados (cm).

$H_T$ es la altura del techo (m).

$H_{PT}$ es la altura del plano de trabajo.

$F_m$ es el factor de mantenimiento.

Los parámetros que definen la calidad y confort lumínico se establecen en base a la actividad a realizar en cada espacio, tomando como referencia los valores establecidos en la norma UNE EN 12464-1 y en la norma UNE EN 12193, según cada caso. A continuación se listan todos los espacios del edificio especificando los niveles requeridos:

| ESO BAJA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Espacio** | **Actividad** | **$E_m$ (lx)** | **$U_o$** | **$R_a$** | **UGR** | **VEEI (W/m²)** |
| AULA ESO 1 | Aulas, aulas de tutoría | 300 | 0,60 | 80 | 19 | 3,5 |
| AULA ESO 2 | Aulas, aulas de tutoría | 300 | 0,60 | 80 | 19 | 3,5 |
| AULA ESO 3 | Aulas, aulas de tutoría | 300 | 0,60 | 80 | 19 | 3,5 |
| AULA ESO 4 | Aulas, aulas de tutoría | 300 | 0,60 | 80 | 19 | 3,5 |
| AULA PLASTICA | Aulas, aulas de tutoría | 300 | 0,60 | 80 | 19 | 3,5 |
| CORTAVIENTOS | Halls de entrada | 200 | 0,40 | 80 | 22 | 3,5 |
| DESDOBLE 1 | Aulas, aulas de tutoría | 300 | 0,60 | 80 | 19 | 3,5 |
| ESCALERA | Escaleras | 150 | 0,40 | 80 | 25 | 4,0 |
| ESCALERA 1 | Escaleras | 150 | 0,40 | 80 | 25 | 4,0 |
| PASILLO Y ESCALERA | Áreas de circulación, pasillos | 100 | 0,40 | 80 | 25 | 4,0 |

| ESO PRIMERA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Espacio** | **Actividad** | **$E_m$ (lx)** | **$U_o$** | **$R_a$** | **UGR** | **VEEI (W/m²)** |
| AULA DESDOBLE 2 | Aulas, aulas de tutoría | 300 | 0,60 | 80 | 19 | 3,5 |
| AULA DESDOBLE 3 | Aulas, aulas de tutoría | 300 | 0,60 | 80 | 19 | 3,5 |
| AULA INFORMATICA | Aulas, aulas de tutoría | 300 | 0,60 | 80 | 19 | 3,5 |
| AULA MUSICA | Aulas, aulas de tutoría | 300 | 0,60 | 80 | 19 | 3,5 |
| PASILLO ESCALERA PRIMERA | Áreas de circulación, pasillos | 100 | 0,40 | 80 | 25 | 4,0 |
| TALLER TECNOLOGIA | Aulas, aulas de tutoría | 300 | 0,60 | 80 | 19 | 3,5 |

| GIMNASIO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Espacio** | **Actividad** | **$E_m$ (lx)** | **$U_o$** | **$R_a$** | **UGR** | **VEEI (W/m²)** |
| ALMACÉN | Almacenes de material de profesores | 100 | 0,40 | 80 | 25 | 4,5 |
| ASEO PROFESOR | Aseos de planta | 200 | 0,40 | 80 | 25 | 4,0 |
| VESTUARIO ALUMNAS | Aseos de planta | 200 | 0,40 | 80 | 25 | 4,0 |
| VESTUARIO ALUMNOS | Aseos de planta | 200 | 0,40 | 80 | 25 | 4,0 |
| CORTAVIENTOS | Halls de entrada | 200 | 0,40 | 80 | 22 | 3,5 |
| DESPACHO MONITOR | Salas de profesores | 300 | 0,60 | 80 | 19 | 3,5 |
| INSTALACIONES | Sala de calderas | 200 | 0,40 | 60 | 25 | 4,0 |
| PISTA BALONCESTO | Salas de deporte, gimnasios piscinas | 300 | 0,60 | 80 | 22 | 4,0 |
| VESTÍBULO | Áreas de circulación, pasillos | 100 | 0,40 | 80 | 25 | 4,0 |

Donde:

$E_m$ es el valor de confort de la iluminancia media horizontal mantenida (lx).

$U_o$ es el valor de la uniformidad media de iluminancias ($E_{min}/E_m$).

$R_a$ es el valor mínimo del índice de rendimiento de color de las lámparas utilizadas.

UGR es el límite máximo recomendado del índice de deslumbramiento unificado.

VEEI es el valor máximo de eficiencia energética de la instalación (W/m²).

El número, colocación, y modelo de luminarias proyectadas para conseguir estos niveles de iluminación en cada zona del edificio se describe detalladamente en los anexos y planos adjuntos a este proyecto. No obstante, se muestra a continuación una tabla resumen con las soluciones adoptadas:

| ESO BAJA | | |
|---|---|---|
| **Espacio** | **Luminarias** | **$H_m$ (m)** |
| AULA ESO 1 | 6 x Lamp .u-ML20604020TE840NW-39W~60 x LED SMD MID POW<br>2 x Lamp-5140320-31W~L2467-1LED-28 | 3,00 |
| AULA ESO 2 | 6 x Lamp .u-ML20604020TE840NW-39W~60 x LED SMD MID POW<br>2 x Lamp-5140320-31W~L2467-1LED-28 | 3,00 |
| AULA ESO 3 | 2 x Lamp-5140320-31W~L2467-1LED-28<br>6 x Lamp .u-ML20604020TE840NW-39W~60 x LED SMD MID POW | 3,00 |
| AULA ESO 4 | 6 x Lamp .u-ML20604020TE840NW-39W~60 x LED SMD MID POW<br>2 x Lamp-5140320-31W~L2467-1LED-28 | 3,00 |

| | | |
|---|---|---|
| AULA PLASTICA | 8 x Lamp .u-ML20604020TE840NW-39W~60 x LED SMD MID POW<br>2 x Lamp-5140320-31W~L2467-1LED-28<br>1 x Lamp-9241360-18W~L2483-1LED-17 | 3,00 |
| CORTAVIENTOS | 3 x Lamp-9241360-18W~L2483-1LED-17 | 3,00 |
| DESDOBLE 1 | 2 x Lamp-5140320-31W~L2467-1LED-28<br>3 x Lamp .u-ML20604020TE840NW-39W~60 x LED SMD MID POW | 3,00 |
| ESCALERA | 24 x Lamp-9241360-18W~L2483-1LED-17 | 5,00 |
| ESCALERA 1 | 12 x Lamp-9241360-18W~L2483-1LED-17 | 3,01 |
| PASILLO Y ESCALERA | 16 x Lamp-9241360-18W~L2483-1LED-17 | 2,95 |

| **ESO PRIMERA** | | |
|---|---|---|
| **Espacio** | **Luminarias** | **$H_m$ (m)** |
| AULA DESDOBLE 2 | 2 x Lamp-5140320-31W~L2467-1LED-28<br>3 x Lamp .u-ML20604020TE840NW-39W~60 x LED SMD MID POW | 3,00 |
| AULA DESDOBLE 3 | 3 x Lamp .u-ML20604020TE840NW-39W~60 x LED SMD MID POW<br>2 x Lamp-5140320-31W~L2467-1LED-28 | 3,00 |
| AULA INFORMATICA | 9 x Lamp .u-ML20604020TE840NW-39W~60 x LED SMD MID POW<br>2 x Lamp-5140320-31W~L2467-1LED-28 | 3,00 |
| AULA MUSICA | 9 x Lamp .u-ML20604020TE840NW-39W~60 x LED SMD MID POW<br>2 x Lamp-5140320-31W~L2467-1LED-28 | 3,00 |
| PASILLO ESCALERA PRIMERA | 16 x Lamp-9241360-18W~L2483-1LED-17 | 3,00 |
| TALLER TECNOLOGIA | 21 x Lamp .u-ML20604020TE840NW-39W~60 x LED SMD MID POW<br>2 x Lamp-5140320-31W~L2467-1LED-28 | 3,00 |

| **GIMNASIO** | | |
|---|---|---|
| **Espacio** | **Luminarias** | **$H_m$ (m)** |
| ALMACÉN | 1 x Secom-907 40 84-144×0,28W~OSRAM DURIS E5 | 3,00 |
| ASEO PROFESOR | 2 x Lamp-MK2RD20840DBRW-13W~COB PHILIPS | 3,00 |
| VESTUARIO ALUMNAS | 13 x Lamp-MK2RD20840DBRW-13W~COB PHILIPS | 3,00 |
| VESTUARIO ALUMNOS | 12 x Lamp-MK2RD20840DBRW-13W~COB PHILIPS | 3,00 |
| CORTAVIENTOS | 3 x Lamp-9241360-18W~L2483-1LED-17 | 3,00 |
| DESPACHO MONITOR | 2 x Lamp .u-ML20604020TE840NW-39W~60 x LED SMD MID POW | 3,00 |
| INSTALACIONES | 2 x Secom-907 40 84-144×0,28W~OSRAM DURIS E5 | 3,00 |
| PISTA BALONCESTO | 15 x Lamp-9441412-123W~IRON | 6,00 |
| VESTÍBULO | 6 x Lamp-9241360-18W~L2483-1LED-17 | 3,00 |

Donde:

$H_m$ es la altura media de colocación de las luminarias medida desde el suelo hasta la luminaria (m).

## POTENCIA INSTALADA EN EL EDIFICIO

La potencia instalada en iluminación, teniendo en cuenta la potencia de lámparas y equipos auxiliares, no superará los valores especificados en la Tabla 2.2. del DB-HE3. La tabla siguiente justifica el cumplimiento de este requerimiento:

| **AULAS** | |
|---|---|
| Uso del edificio: | Docente |
| Número de espacios: | 16 |
| Mayor iluminancia media alcanzada (lx): | 721,33 |
| Potencia total (W): | 5.123 |
| Superficie total iluminada (m²): | 1.027,50 |
| Potencia total por unidad de superficie (W/m²): | 4,99 (< 25,00) |

| GIMNASIO | |
|---|---|
| Uso del edificio: | Docente |
| Número de espacios: | 9 |
| Mayor iluminancia media alcanzada (lx): | 464,94 |
| Potencia total (W): | 2.569 |
| Superficie total iluminada (m²): | 787,86 |
| Potencia total por unidad de superficie (W/m²): | 3,26 (< 15,00) |

VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

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

Siendo:

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

S es la superficie iluminada (m²)

$E_m$ es la iluminancia media horizontal mantenida (lx)

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio serán inferiores a los establecidos en la tabla 2.1 del DB-HE3.

Además, según el apartado 3.2 del DB-HE3, el documento de proyecto debe incluir las siguientes características para cada zona:

- el índice del local (K) utilizado en el cálculo
- el número de puntos considerados en el proyecto
- el factor de mantenimiento ($F_m$) previsto
- la iluminancia media horizontal mantenida ($E_m$) obtenida
- la uniformidad media de iluminancias ($U_o$)
- el índice de deslumbramiento unificado (UGR) alcanzado
- los índices de rendimiento de color ($R_a$) de las lámparas seleccionadas
- el valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) resultante en el cálculo
- las potencias de los conjuntos: lámpara más equipo auxiliar
- la eficiencia de las lámparas utilizadas ($\varepsilon_{lámp}$), en términos de lm/W

A continuación se enumeran todos los recintos especificando dichos parámetros, y justificando el cumplimiento de los límites del VEEI:

| ESO BAJA | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Local / uso** | **S (m²)** | **K** | **n** | **$F_m$** | **P (W)** | **$E_m$ (lx)** | **$U_o$** | **VEEI (W/m²)** | **UGR** | **$R_a$** | **$\varepsilon_{lámp}$ (lm/W)** |
| AULA ESO 1 / Aulas, aulas de tutoría | 52,65 | 1,66 | **313** (> 9) | 0,85 | 297 | **525** (> 300) | **0,66** (> 0,60) | **1,1** (< 3,5) | **24,6** | **80** (= 80) | 97,8 |
| AULA ESO 2 / Aulas, aulas de tutoría | 52,65 | 1,66 | **313** (> 9) | 0,85 | 297 | **525** (> 300) | **0,66** (> 0,60) | **1,1** (< 3,5) | **21,9** | **80** (= 80) | 97,8 |
| AULA ESO 3 / Aulas, aulas de tutoría | 52,65 | 1,66 | **313** (> 9) | 0,85 | 297 | **525** (> 300) | **0,66** (> 0,60) | **1,1** (< 3,5) | **24,6** | **80** (= 80) | 97,8 |
| AULA ESO 4 / Aulas, aulas de tutoría | 52,65 | 1,66 | **313** (> 9) | 0,85 | 297 | **525** (> 300) | **0,66** (> 0,60) | **1,1** (< 3,5) | **21,9** | **80** (= 80) | 97,8 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AULA PLASTICA / Aulas, aulas de tutoría | 63,25 | 1,81 | **381** (> 9) | 0,85 | 394 | **577** (> 300) | **0,63** (> 0,60) | **1,1** (< 3,5) | **21,4** | **80** (= 80) | 97,8 |
| CORTAVIENTOS / Halls de entrada | 12,61 | 0,56 | **55** (> 4) | 0,85 | 54 | **353** (> 200) | **0,77** (> 0,40) | **1,2** (< 3,5) | **25,2** | **80** (= 80) | 119,8 |
| DESDOBLE 1 / Aulas, aulas de tutoría | 28,86 | 1,18 | **143** (> 9) | 0,85 | 179 | **561** (> 300) | **0,69** (> 0,60) | **1,1** (< 3,5) | **21,8** | **80** (= 80) | 97,8 |
| ESCALERA / Escaleras | 80,83 | 0,77 | **473** (> 4) | 0,85 | 434 | **501** (> 150) | **0,53** (> 0,40) | **1,1** (< 4,0) | **23,6** | **80** (= 80) | 119,8 |
| ESCALERA 1 / Escaleras | 80,83 | 1,28 | **27** (> 9) | 0,85 | 217 | **286** (> 150) | **0,44** (> 0,40) | **0,9** (< 4,0) | **23,2** | **80** (= 80) | 119,8 |
| PASILLO Y ESCALERA / Áreas de circulación, pasillos | 123,89 | 1,07 | **711** (> 9) | 0,85 | 290 | **257** (> 100) | **0,46** (> 0,40) | **0,9** (< 4,0) | **26,6** | **80** (= 80) | 119,8 |

| **ESO PRIMERA** | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Local / uso** | **S ($m^2$)** | **K** | **n** | **$F_m$** | **P (W)** | **$E_m$ (lx)** | **$U_o$** | **VEEI ($W/m^2$)** | **UGR** | **$R_a$** | **$\varepsilon_{lámp}$ (lm/W)** |
| AULA DESDOBLE 2 / Aulas, aulas de tutoría | 25,58 | 1,11 | **119** (> 9) | 0,85 | 179 | **586** (> 300) | **0,67** (> 0,60) | **1,2** (< 3,5) | **21,5** | **80** (= 80) | 97,8 |
| AULA DESDOBLE 3 / Aulas, aulas de tutoría | 26,27 | 1,13 | **119** (> 9) | 0,85 | 179 | **598** (> 300) | **0,72** (> 0,60) | **1,1** (< 3,5) | **21,7** | **80** (= 80) | 97,8 |
| AULA INFORMATICA / Aulas, aulas de tutoría | 72,94 | 1,93 | **449** (> 9) | 0,85 | 415 | **564** (> 300) | **0,64** (> 0,60) | **1,0** (< 3,5) | **21,7** | **80** (= 80) | 97,8 |
| AULA MUSICA / Aulas, aulas de tutoría | 62,89 | 1,81 | **381** (> 9) | 0,85 | 415 | **602** (> 300) | **0,72** (> 0,60) | **1,1** (< 3,5) | **24,0** | **80** (= 80) | 97,8 |
| PASILLO ESCALERA PRIMERA / Áreas de circulación, pasillos | 118,90 | 1,05 | **686** (> 9) | 0,85 | 290 | **261** (> 100) | **0,47** (> 0,40) | **0,9** (< 4,0) | **26,3** | **80** (= 80) | 119,8 |
| TALLER TECNOLOGIA / Aulas, aulas de tutoría | 120,04 | 2,30 | **787** (> 16) | 0,85 | 887 | **721** (> 300) | **0,63** (> 0,60) | **1,0** (< 3,5) | **23,5** | **80** (= 80) | 97,8 |

| **GIMNASIO** | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Local / uso** | **S ($m^2$)** | **K** | **n** | **$F_m$** | **P (W)** | **$E_m$ (lx)** | **$U_o$** | **VEEI ($W/m^2$)** | **UGR** | **$R_a$** | **$\varepsilon_{lámp}$ (lm/W)** |
| ALMACÉN / Almacenes de material de profesores | 12,25 | 0,81 | **63** (> 4) | 0,85 | 40 | **148** (> 100) | **0,66** (> 0,40) | **2,2** (< 4,5) | **19,9** | **80** (= 80) | 122,3 |
| ASEO PROFESOR / Aseos de planta | 6,02 | 0,55 | **15** (> 4) | 0,85 | 27 | **279** (> 200) | **0,54** (> 0,40) | **1,6** (< 4,0) | **23,5** | **80** (= 80) | 104,5 |
| ASEOS Y VESTUARIO CHICAS / Aseos de planta | 43,70 | 1,53 | **9** (= 9) | 0,85 | 174 | **465** (> 200) | **0,77** (> 0,40) | **0,9** (< 4,0) | **27,1** | **80** (= 80) | 104,5 |
| ASEOS Y VESTUARIO CHICOS / Aseos de planta | 43,78 | 1,53 | **285** (> 9) | 0,85 | 161 | **395** (> 200) | **0,45** (> 0,40) | **0,9** (< 4,0) | **25,4** | **80** (= 80) | 104,5 |
| CORTAVIENTOS / Halls de entrada | 11,28 | 0,53 | **55** (> 4) | 0,85 | 54 | **351** (> 200) | **0,79** (> 0,40) | **1,4** (< 3,5) | **24,1** | **80** (= 80) | 119,8 |
| DESPACHO MONITOR / Salas de profesores | 16,93 | 0,92 | **91** (> 4) | 0,85 | 79 | **411** (> 300) | **0,69** (> 0,60) | **1,1** (< 3,5) | **24,1** | **80** (= 80) | 97,8 |
| INSTALACIONES / Sala de calderas | 10,74 | 0,76 | **49** (> 4) | 0,85 | 81 | **301** (> 200) | **0,79** (> 0,40) | **2,5** (< 4,0) | **18,1** | **80** (> 60) | 122,3 |
| PISTA BALONCESTO / Salas de deporte, gimnasios piscinas | 619,37 | 2,34 | **273** (> 16) | 0,85 | 1845 | **305** (> 300) | **0,60** (> 0,60) | **1,0** (< 4,0) | **27,9** | **80** (= 80) | 110,6 |
| VESTÍBULO / Áreas de circulación, pasillos | 23,79 | 0,81 | **121** (> 4) | 0,85 | 109 | **377** (> 100) | **0,82** (> 0,40) | **1,2** (< 4,0) | **25,0** | **80** (= 80) | 119,8 |

PLAN DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

Todas las zonas disponen al menos de un sistema de encendido y apagado manual.

Se instalarán sensores de luminosidad que regulen el nivel de iluminación en las primeras líneas de luminarias cercanas a las ventanas, según las condiciones indicadas en el apartado 2.3 b) del DB-HE3, para el aprovechamiento de la luz natural.

Todas las zonas de uso esporádico disponen de sistema de control de encendido y apagado por temporización.

El programa de mantenimiento contempla los siguientes puntos:

- Operaciones de reposición de lámparas.
- Frecuencia de reemplazo de las lámparas.
- Limpieza de luminarias y frecuencia.
- Metodología de limpieza de luminarias.
- Limpieza de las superficies iluminadas.
- Periodicidad de limpieza de las zonas iluminadas..

OPERACIONES DE REPOSICIÓN DE LÁMPARAS

Es función del tipo de luminaria y del tipo de apantallamiento.

Garaje: Cada 10 Años.

FRECUENCIA DE LIMPIEZA Y REEMPLAZO

El intervalo para efectuar la limpieza de las instalaciones de alumbrado se establece en función del tipo de luminaria, del grado de acumulación de polvo y del coste de la operación (Altura y protección de la luminaria).

El reemplazo de las lámparas se efectuará al final de su vida útil, del modo descrito. Se esquematizan los intervalos:

| | Frecuencia de limpieza de luminarias y lámparas | Periodicidad de limpieza de la zona |
|---|---|---|
| Vestíbulos, Pasillos de distribución, Escaleras, Accesos a Ascensores, Porches | ANUAL | SEMANAL |
| Pasillos de trasteros, accesos de bomberos, vestíbulos sótanos, cuartos de basuras e instalaciones | ANUAL | MENSUAL |
| Garaje | TRIANUAL | ANUAL |

La periodicidad del mantenimiento de los sistemas temporizadores y detectores de presencia es BIANUAL.

METODOLOGÍA DE REEMPLAZO DE LAS LÁMPARAS

Luminarias de pantalla estanca

Se quitará con cuidado la bandeja que cubre las lámparas retirando las garras de sujeción. La lámpara averiada se retira apartando la bandeja, desconectando eléctricamente el difusor y retirando su clip de sujeción. La nueva lámpara se monta en orden inverso. Si la luminaria consta de dos lámparas, se cambiarán las dos a la vez.

Downlights fluorescentes compactos

Se retirará el recubrimiento, se desenroscará o desconectará la lámpara averiada y se montará la nueva.

Luminarias adosadas

Se retiran los clips de sujeción de la bandeja y de los difusores igual que los difusores de las pantallas estancas, y se efectúa la desconexión de los difusores averiados y conexión de los nuevos, volviéndose a colocar los clips retirados.

Luminarias de balizamiento

Es necesario extraer el cuerpo de la luminaria, soltando los tornillos de seguridad, desconectar las lámparas averiadas, colocar las nuevas y volver a montar la luminaria s/instrucciones del fabricante.

FRECUENCIA DE REEMPLAZO DE LÁMPARAS

- Zonas de utilización diaria de 6- 8h/día: Cada 5 años (Vestíbulos, Pasillos, Escaleras.)
- Zonas de utilización diaria de 4h/día: Cada 10 años. (Pasillos trasteros, Vestíbulos sótano, aseos)
- Zonas de utilización diaria de 1h/día: Cada 15 Años (Cuartos de instalaciones y basuras)

**MÉTODOS DE CÁLCULO**

ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE LUMINARIAS NECESARIAS

Para estimar el número de luminarias necesario en cada espacio, se usa el *método de rendimiento del local*. Este método consiste en un cálculo aproximado del flujo total luminoso necesario en el local. Dividiendo este flujo necesario en el local por el flujo de una luminaria, se obtiene el número de luminarias a instalar.

Para calcular el flujo total necesario en el local se usa la siguiente expresión:

$$\phi_T = \frac{E_m \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

Donde:

$E_m$ es la iluminancia media mantenida requerida (lx).

S es la superficie del local ($m^2$).

$\eta$ es el rendimiento de la iluminación (factor de utilización).

$f_m$ es el factor de mantenimiento.

Iluminancia media mantenida

La Iluminancia media mantenida en el plano de trabajo ($E_m$) se obtiene de acuerdo con la actividad a desarrollar, aplicándose como normativa de referencia para seleccionar los valores adecuados la norma UNE-EN 12464-1. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte I: Lugares de trabajo en interiores.

Factor de mantenimiento

El factor de mantenimiento es el cociente entre la iluminancia media sobre el plano de trabajo después de un cierto periodo de uso de una instalación de alumbrado y la iluminancia media obtenida bajo la misma condición para la instalación considerada como nueva. Depende pues de factores como la actividad a desarrollar, la limpieza del local, los periodos de mantenimiento, la depreciación de las lámparas, etc.

Rendimiento de la iluminación

El rendimiento de la iluminación ($\eta$) o factor de utilización, depende de dos factores fundamentales:

- El rendimiento del local: $\eta_R$.
- El rendimiento de la luminaria: $\eta_L$.

Existiendo entre ellos la siguiente relación:

$$\eta = \eta_R + \eta_L$$

Rendimiento del local

El rendimiento del local ($\eta_R$) depende de las dimensiones de éste (reflejadas en el índice del local), de los factores de reflexión del techo, paredes y suelo, y de la forma de distribución de la luz (curva fotométrica). Se obtiene a través de tablas facilitadas por los fabricantes que relacionan estos parámetros.

El índice del local (**K**) es función de:

$$K = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)}$$

Donde:

L es la longitud del local (m).

A es la anchura del local (m).

H es la distancia del plano de trabajo a las luminarias (m).

Rendimiento de la luminaria

El rendimiento de la luminaria ($\eta_L$) depende de sus características constructivas, y es un valor facilitado por el fabricante.

Determinación del número de puntos de luz necesarios

El número de puntos de luz (N), se calcula dividiendo el valor del flujo total necesario (□T) por el flujo nominal del modelo de luminaria elegido (□L). Este último será el flujo nominal de cada lámpara por el número de lámparas de cada luminaria.

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L}$$

Donde:

$\phi_T$ es el flujo total necesario (lm).

$\phi_L$ es el flujo total del modelo de luminaria elegido (lm).

ILUMINANCIA MEDIA MANTENIDA

Para el cálculo final de la iluminancia media en cada espacio se usa el *método punto por punto*. Este método permite, una vez conocidas las luminarias a instalar, determinar el nivel de iluminación y su distribución a lo largo del plano de trabajo.

Para ello, se divide el plano de trabajo en una malla de puntos. El número mínimo de puntos a considerar en su cálculo, estará en función del índice del local (K) y de la obtención de un reparto cuadriculado simétrico, según indica el apéndice A del DB-HE3:

- a) 4 puntos si K < 1
- b) 9 puntos si 2 > K ≥ 1
- c) 16 puntos si 3 > K ≥ 2
- d) 25 puntos si K ≥ 3

No obstante, cuanto más densa es la malla, mayor precisión se alcanza en los cálculos. Por este motivo, se usarán siempre valores notoriamente superiores a los mínimos requeridos en dicho apéndice.

Para cada punto de la malla se determina el nivel de iluminación que aportan todas las luminarias, que será la suma de dos fuentes, una componente directa, producida por la luz que llega al punto directamente

de las luminarias, y otra indirecta o reflejada procedente de la reflexión de la luz de las luminarias en el techo, paredes y demás superficies del local.

A partir del valor de iluminancia calculado para cada punto, se pueden obtener los siguientes valores:

- Iluminancia media ($E_{med}$): El valor medio de todos los puntos ($\Sigma_E$ / n).
- Iluminancia mínima ($E_{min}$): El valor mínimo de entre todos los puntos.
- Iluminancia máxima ($E_{max}$): El valor máximo de entre todos los puntos.
- Uniformidad media ($U_{med}$): $E_{min}$ / $E_{med}$.
- Uniformidad extrema ($U_{ext}$): $E_{min}$ / $E_{max}$.

Componente directa

Se obtiene calculando la aportación luminosa a cada punto de todas las luminarias. La iluminancia en un punto P provocada por una luminaria L será la determinada por las siguientes expresiones:

$$E_h = \frac{I_\alpha \cdot cos^3\varphi}{h^2}; E_v = \frac{I_\alpha \cdot cos^2\varphi \cdot sen\varphi}{h^2}$$

Donde:

$E_h$ es la componente horizontal de la iluminancia en el punto de cálculo (lx).

$E_v$ es la componente vertical de la iluminancia en el punto de cálculo (lx).

$I_\alpha$ es la intensidad luminosa (cd) de la luminaria para el ángulo $\alpha$ y la curva $\gamma$.

h es la altura o diferencia de cotas entre la fuente luminosa y el punto de cálculo (m).

$\varphi$ es el ángulo que forman la dirección vertical desde la luminaria hasta el plano de trabajo y el rayo que une la fuente luminosa con el punto de cálculo.

Para una posición normal de la luminaria, el ángulo $\alpha$ para obtener el valor de intensidad de la curva $\gamma$ coincide con el ángulo $\varphi$ de incidencia del rayo en la superficie de cálculo.

La intensidad luminosa ($I_\alpha$) se obtiene de las curvas de distribución fotométrica de la luminaria, y del flujo total de las lámparas a instalar, según la siguiente fórmula:

$$I_\alpha = \frac{I_m \cdot \Phi_L}{1000}$$

Donde:

$I_m$ es la intensidad luminosa de la luminaria para el ángulo $\alpha$ y la curva $\gamma$ referida a un flujo luminoso emitido de 1.000 lm. (cd / klm).

$\phi_L$ es el flujo del conjunto de lámparas instaladas en la luminaria (cd).

Componente indirecta

La componente indirecta adquiere el mismo valor para toda la superficie, y depende del grado de reflexión y superficie de los cerramientos del local. Para determinar la iluminancia indirecta en cada punto de cálculo, se utilizan las siguientes expresiones:

$$E_{ind} = \frac{\Phi_L \cdot \rho_{med} \cdot f_m}{\sum F_n \cdot (1 - \rho_{med})};\ \rho_{med} = \frac{\sum \rho_n \cdot F_n}{\sum F_n}$$

Donde:

$\phi_L$ es el flujo luminoso total de todas las luminarias (lm).

$\Sigma F_n$ es el área total de las superficies (m²).

$\rho_{med}$ es la reflectancia media de las superficies.

$\rho_n$ es la reflectancia de la superficie n.

$F_n$ es el área de la superficie n (m²).

$f_m$ es el factor de mantenimiento.

**Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)**

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m2) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

P es la potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares (W).

S es la superficie iluminada (m²).

$E_m$ es la iluminancia media horizontal mantenida (lx).

Los valores obtenidos para cada local serán inferiores a los límites impuestos por la tabla 2.1 del documento básico HE3 del Código Técnico de la Edificación.

ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO UNIFICADO (UGR)

Se trata de un sistema de evaluación para el deslumbramiento sicológico en la iluminación interior. Su valor puede determinarse mediante la siguiente expresión:

$$UGR = 8 \cdot log_{10}\left[\frac{0{,}25}{L_b} \cdot \sum \frac{L^2 \cdot \omega}{p^2}\right]$$

Donde:

$L_b$ es la luminancia de fondo (cd/m²).

L es la luminancia de las partes luminosas de cada luminaria en la dirección del ojo del observador (cd/m²).

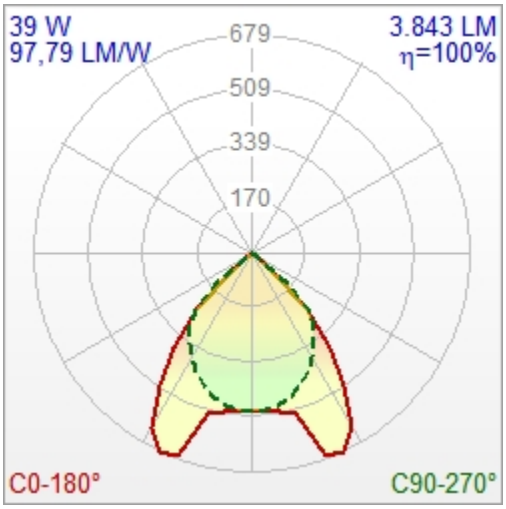
$\omega$ es el ángulo sólido trazado por las partes luminosas de cada luminaria en el ojo del observador (estereorradián).

p es el índice de posición para cada luminaria, que se relaciona con el desplazamiento de la zona de visión (índice de posición Guth para cada luminaria).

**MODELOS DE LUMINARIAS EMPLEADOS HE3**

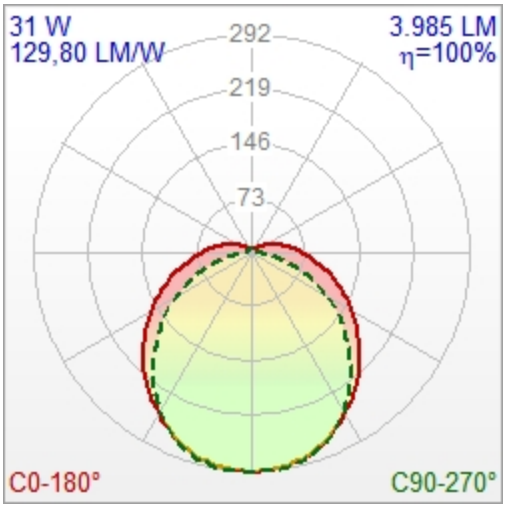
ALUMBRADO NORMAL EDIFICIO AULAS

Lamp .u-ML20604020TE840NW-39W

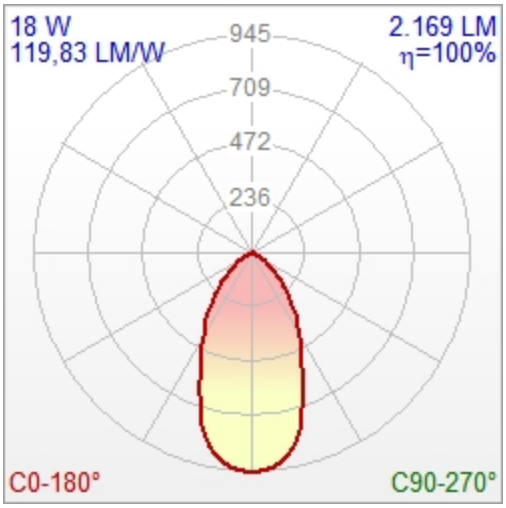



| LAMP .U-ML20604020TE840NW-39W | |
|---|---|
| *Luminaria* | |
| *Fabricante:* | Lamp .u |
| *Gama:* | Lamp .u |
| *Referencia:* | Lamp .u-ML20604020TE840NW-39W |
| *Modelo:* | MOD. SLIM G2 600 4000 IP20 NW TECH WH |
| *Descripción:* | Importado desde "60X60 SLIM LED 36W ML20604020TE840NW.ldt" el 22/07/2019 Fabricante: Lamp .u Número de informe: ML20604020TE840NW Nombre de luminaria: MOD. SLIM G2 600 4000 IP20 NW TECH WH Código de luminaria: ML20604020TE840NW |
| *Dimensiones:* | 600 x 600 x 55 mm |
| *Dimensiones del área luminosa:* | 150 x 570 mm |
| *Rendimiento de la luminaria:* | 100,00 % |
| *Simetría:* | respecto a los planos C0-C180 y C90-C270 |
| *Intensidad máxima:* | 678,87 cd/klm (C0°, gamma 25,0°) |
| *Código CIE Flux:* | 75 100 100 100 100 |
| *Conjunto de lámparas* | |
| *Referencia:* | 60 x LED SMD MID POW |
| *Número de unidades:* | 1 |
| *Modelo:* | 60 x LED SMD MID POW |
| *Índice de rendimiento de color:* | 80 |
| *Temperatura de color:* | 4000 °K |
| *Potencia del conjunto:* | 39 W |
| *Flujo del conjunto:* | 3.843 lm |
| *Eficacia del conjunto:* | 97,8 lm/W |
| *Instalación* | |
| *Locales donde está instalada:* | AULA INFORMATICA (9), AULA DESDOBLE 2 (3), DESDOBLE 1 (3), AULA ESO 4 (6), AULA MUSICA (9), AULA ESO 1 (6), AULA DESDOBLE 3 (3), AULA PLASTICA (8), AULA ESO 3 (6), AULA ESO 2 (6), TALLER TECNOLOGIA (21) |

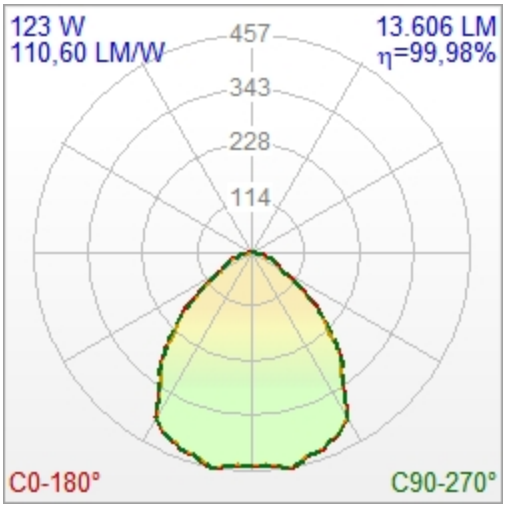
Lamp-5140320-31W

| LAMP-5140320-31W | |
|---|---|
|  | |
| *Luminaria* | |
| *Fabricante:* | Lamp |
| *Gama:* | Lamp |
| *Referencia:* | Lamp-5140320-31W |
| *Modelo:* | LAMPTUB LED OPAL SUS 4400 NW WH. |
| *Descripción:* | Importado desde "FLUORESC LED 1162mm 25W 5140320.ldt" el 30/07/2019 Fabricante: Lamp Número de informe: 5140320 Nombre de luminaria: LAMPTUB LED OPAL SUS 4400 NW WH. Código de luminaria: 5140320 |
| *Dimensiones:* | 80 x 1167 x 80 mm |
| *Dimensiones del área luminosa:* | 75 x 1163 mm |
| *Rendimiento de la luminaria:* | 100,00 % |
| *Simetría:* | respecto a los planos C0-C180 y C90-C270 |
| *Intensidad máxima:* | 292,17 cd/klm (C0°, gamma 0,0°) |
| *Código CIE Flux:* | 42 72 90 91 100 8 21 49 9 |
| *Conjunto de lámparas* | |
| *Referencia:* | L2467-1LED-28 |
| *Número de unidades:* | 1 |
| *Modelo:* | L2467-1LED-28 |
| *Índice de rendimiento de color:* | 80 |
| *Temperatura de color:* | 3783 °K |
| *Potencia del conjunto:* | 31 W |
| *Flujo del conjunto:* | 3.985 lm |
| *Eficacia del conjunto:* | 129,8 lm/W |
| *Instalación* | |
| *Locales donde está instalada:* | AULA INFORMATICA (2), AULA DESDOBLE 2 (2), DESDOBLE 1 (2), AULA ESO 4 (2), AULA MUSICA (2), AULA ESO 1 (2), AULA DESDOBLE 3 (2), AULA PLASTICA (2), AULA ESO 3 (2), AULA ESO 2 (2), TALLER TECNOLOGIA (2) |

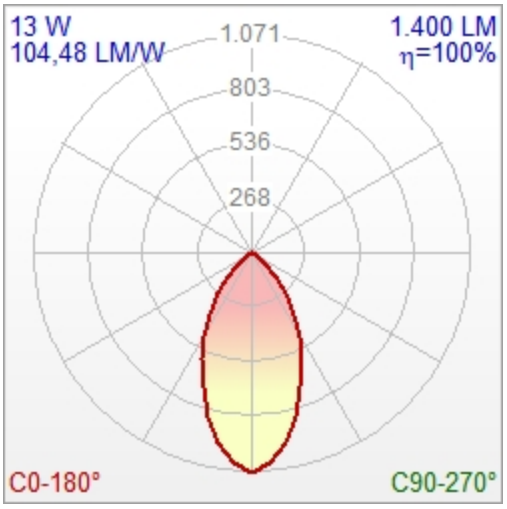
Lamp-9241360-18W

| LAMP-9241360-18W | |
|---|---|
|  | |
| *Luminaria* | |
| *Fabricante:* | Lamp |
| *Gama:* | Lamp |
| *Referencia:* | Lamp-9241360-18W |
| *Modelo:* | KOMBIC BRIGHT 3000 NW |
| *Descripción:* | Importado desde "DOWN 3000lm 9241360.ldt" el 22/07/2019 Fabricante: Lamp Número de informe: 9241360 Nombre de luminaria: KOMBIC BRIGHT 3000 NW Código de luminaria: 9241360 |
| *Dimensiones:* | Ø 220 x 120 mm |
| *Dimensiones del área luminosa:* | Ø 220 mm |
| *Rendimiento de la luminaria:* | 100,00 % |
| *Simetría:* | alrededor del eje vertical |
| *Intensidad máxima:* | 944,85 cd/klm (C0°, gamma 0,0°) |
| *Código CIE Flux:* | 77 97 99 100 100 |
| *Conjunto de lámparas* | |
| *Referencia:* | L2483-1LED-17 |
| *Número de unidades:* | 1 |
| *Modelo:* | L2483-1LED-17 |
| *Índice de rendimiento de color:* | 80 |
| *Temperatura de color:* | 3783 °K |
| *Potencia del conjunto:* | 18 W |
| *Flujo del conjunto:* | 2.169 lm |
| *Eficacia del conjunto:* | 119,8 lm/W |
| *Instalación* | |
| *Locales donde está instalada:* | ESCALERA 1 (10), ESCALERA (10), CORTAVIENTOS (3), PASILLO Y ESCALERA (16), PASILLO ESCALERA PRIMERA (16), AULA PLASTICA (1) |

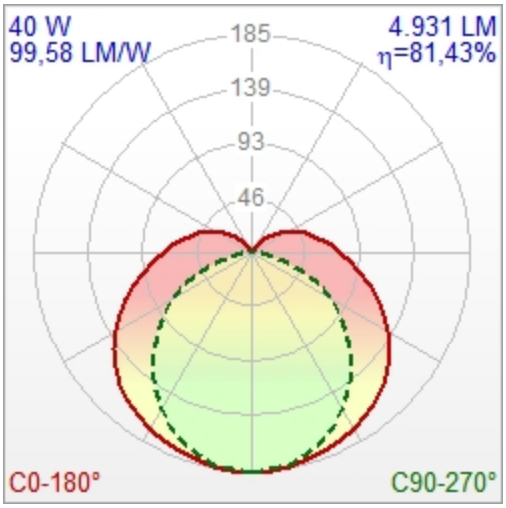
Lamp-9441412-123W

| LAMP-9441412-123W | | |
|---|---|---|
|  | *Luminaria* | |
| | *Fabricante:* | Lamp |
| | *Gama:* | Lamp |
| | *Referencia:* | Lamp-9441412-123W |
| | *Modelo:* | IRON IP65 15000 NW VWFL |
| | *Descripción:* | Importado desde "PISTAS 9441412.ldt" el 02/09/2019 Fabricante: Lamp Número de informe: 9441412 Nombre de luminaria: IRON IP65 15000 NW VWFL Código de luminaria: 9441412 |
| | *Dimensiones:* | 225 x 312 x 188 mm |
| | *Dimensiones del área luminosa:* | 145 x 236 mm |
| | *Rendimiento de la luminaria:* | 99,98 % |
| | *Simetría:* | respecto a los planos C0-C180 y C90-C270 |
| | *Intensidad máxima:* | 463,70 cd/klm (C44°, gamma 14,0°) |
| | *Código CIE Flux:* | 62 91 99 100 100 |
| | *Conjunto de lámparas* | |
| | *Referencia:* | IRON |
| | *Número de unidades:* | 1 |
| | *Modelo:* | IRON |
| | *Índice de rendimiento de color:* | 80 |
| | *Temperatura de color:* | 4000 °K |
| | *Potencia del conjunto:* | 123 W |
| | *Flujo del conjunto:* | 13.606 lm |
| | *Eficacia del conjunto:* | 110,6 lm/W |
| | *Instalación* | |
| | *Locales donde está instalada:* | PISTA BALONCESTO (15) |

Lamp-MK2RD20840DBRW-13W

| LAMP-MK2RD20840DBRW-13W | | |
|---|---|---|
|  | *Luminaria* | |
| | *Fabricante:* | Lamp |
| | *Gama:* | Lamp |
| | *Referencia:* | Lamp-MK2RD20840DBRW-13W |
| | *Modelo:* | MINI KOMBIC G2 RD 1800 NW DALI BR/WH. |
| | *Descripción:* | Importado desde "DOWN 1400lm MK2RD20840DBRW.ldt" el 22/07/2019 Fabricante: Lamp Número de informe: MK2RD20840DBRW Nombre de luminaria: MINI KOMBIC G2 RD 1800 NW DALI BR/WH. Código de luminaria: MK2RD20840DBRW |
| | *Dimensiones:* | Ø 165 x 99 mm |
| | *Dimensiones del área luminosa:* | Ø 135 mm |
| | *Rendimiento de la luminaria:* | 100,00 % |
| | *Simetría:* | alrededor del eje vertical |
| | *Intensidad máxima:* | 1.071,15 cd/klm (C0°, gamma 0,0°) |
| | *Código CIE Flux:* | 84 99 100 100 100 |
| | *Conjunto de lámparas* | |
| | *Referencia:* | COB PHILIPS |
| | *Número de unidades:* | 1 |
| | *Modelo:* | COB PHILIPS-13W-1400LM-4000K-RA80 |
| | *Índice de rendimiento de color:* | 80 |
| | *Temperatura de color:* | 4000 °K |
| | *Potencia del conjunto:* | 13 W |
| | *Flujo del conjunto:* | 1.400 lm |
| | *Eficacia del conjunto:* | 104,5 lm/W |
| | *Instalación* | |
| | *Locales donde está instalada:* | ASEO PROFESOR (2), ASEOS Y VESTUARIO CHICAS (13), ASEOS Y VESTUARIO CHICOS (12) |

Secom-907 40 84-144×0,28W

| SECOM-907 40 84-144×0,28W | |
|---|---|
|  | |
| *Luminaria* | |
| *Fabricante:* | Secom |
| *Gama:* | Secom |
| *Referencia:* | Secom-907 40 84-144×0,28W |
| *Modelo:* | BERNA LED 40W |
| *Descripción:* | Importado desde "907 40 84.ldt" el 02/09/2019 Fabricante: Secom Número de informe: E0816/12 Nombre de luminaria: BERNA LED 40W Código de luminaria: 907 40 84 |
| *Dimensiones:* | 100 x 1270 x 105 mm |
| *Dimensiones del área luminosa:* | 100 x 1270 mm |
| *Rendimiento de la luminaria:* | 81,43 % |
| *Simetría:* | respecto a los planos C0-C180 y C90-C270 |
| *Intensidad máxima:* | 185,05 cd/klm (C0°, gamma 0,0°) |
| *Código CIE Flux:* | 37 66 87 85 81 3 18 51 15 |
| *Conjunto de lámparas* | |
| *Referencia:* | OSRAM DURIS E5 |
| *Número de unidades:* | 144 |
| *Modelo:* | OSRAM DURIS E5-0,28W-34LM-4000K-RA1 |
| *Índice de rendimiento de color:* | 80 |
| *Temperatura de color:* | 4000 °K |
| *Potencia del conjunto:* | 40 W |
| *Flujo del conjunto:* | 4.931 lm |
| *Eficacia del conjunto:* | 122,3 lm/W |
| *Instalación* | |
| *Locales donde está instalada:* | ALMACÉN (1), INSTALACIONES (2) |

## IE5. SUA4 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADA

### CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

**Alumbrado normal en zonas de circulación**

En cada zona se proyecta una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, una iluminancia mínima de 20 lux en zonas exteriores y de 100 lux en zonas interiores, excepto aparcamientos interiores en donde es de 50 lux, medida a nivel del suelo. El factor de uniformidad media es del 40% como mínimo.

Las tablas siguientes muestran las áreas de circulación indicando los límites conseguidos:

| PLANTA BAJA BLOQUE AULAS | | |
|---|---|---|
| **Local / uso** | **Alumbrado normal en zonas de circulación, medido a nivel del suelo** | |
| | **$E_{mín}$ (lx)** | **$U_{med}$ (%)** |
| ESCALERA PROTEGIDA / Escaleras | **116** (> 100) | **63,70** (> 40,00) |
| PASILLO BAJA / Áreas de circulación, pasillos | **101** (> 100) | **59,20** (> 40,00) |

| PLANTA PRIMERA BLOQUE AULAS | | |
|---|---|---|
| **Local / uso** | **Alumbrado normal en zonas de circulación, medido a nivel del suelo** | |
| | **$E_{mín}$ (lx)** | **$U_{med}$ (%)** |
| ESCALERA PROTEGIDA 1 / Escaleras | **122** (> 100) | **63,27** (> 40,00) |
| PASILLO 1 / Áreas de circulación, pasillos | **102** (> 100) | **56,61** (> 40,00) |

| GIMNASIO | | |
|---|---|---|
| **Local / uso** | **Alumbrado normal en zonas de circulación, medido a nivel del suelo** | |
| | **$E_{mín}$ (lx)** | **$U_{med}$ (%)** |
| VESTIBULO / Vestíbulo de independencia | **157** (> 100) | **82,26** (> 40,00) |

Donde:

Emin es la iluminancia mínima horizontal medida al nivel del suelo (lx).

Umed es la uniformidad media (%).

**Alumbrado de emergencia**

Las distintas zonas del edificio, de acuerdo con el apartado 2.1 del DB-SUA4, disponen de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministra la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evitar las situaciones de pánico y permitir la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

Las luminarias quedan emplazadas en los siguientes puntos:

- en las puertas existentes en los recorridos de evacuación.

- en las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa.
- en cualquier otro cambio de nivel.
- en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

Las luminarias se sitúan al menos a 2 m por encima del nivel del suelo. Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas es de 40.

VÍAS DE EVACUACIÓN

Según el apartado 2.3 del DB-SUA4, en las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.

ELEMENTOS DE SEGURIDAD

Así mismo, los puntos en los que están situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será como mínimo de 5 lux.

La iluminancia en un punto de una superficie será la suma de dos fuentes, una componente directa, producida por la luz que llega al punto directamente de las luminarias, y otra indirecta o reflejada procedente de la reflexión de la luz de las luminarias en el techo, paredes y demás superficies del local. En el caso del alumbrado de emergencia, *sólo se considera la componente directa*.

El factor de uniformidad media se obtiene multiplicando por 100 para pasar el valor a tanto por ciento.

Para el diseño del alumbrado de emergencia se opta por aplicar la siguiente regla:

Dotación: 5 lúmenes/m2

Flujo luminoso de las luminarias: F>30 lúmenes

Separación de las luminarias 4h, siendo h la altura a la que estén instaladas las luminarias, comprendida entre 2 y 3m.

## IE6. ALUMBRADO EXTERIOR

NORMATIVA

Para efectuar el presente proyecto se han tenido en cuenta las siguientes Normas y Reglamentos:

- Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior, aprobado por Real Decreto 1890/2008 de 14 de noviembre, y publicado en B.O.E. nº 279 de fecha 19 de noviembre de 2008.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, y publicado en el B.O.E. nº 224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
- Normas UNE de referencia listadas en la Instrucción ITC-BT-02 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Ordenanzas propias del Ayuntamiento.

El proyecto consta de los siguientes sectores:

SECTOR A:

- Resultados luminotécnicos.

En primer lugar, se enumeran de forma resumida todas las áreas y viales, indicando los datos más significativos de cada uno de ellos:

ILUMINANCIAS

| Área | $E_m$ | $E_{mín}$ | $E_{máx}$ | $U_m$ | $U_g$ | SR |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (lux) | (lux) | (lux) | | | |
| porche | 64,2 | 30 | 88 | 0,462 | 0,337 | _ |

LUMINANCIAS

| Área | $L_m$ | $L_{mín}$ | $L_{máx}$ | $U_o$ | $U_l$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | (cd/m²) | (cd/m²) | (cd/m²) | | |
| porche | 6,13 | 2,83 | 8,41 | 0,462 | - |

DESLUMBRAMIENTO

| Área | X | Y | Z | Ang | $L_v$ | $L_{ve}$ | GR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (m) | (m) | (m) | (°) | (cd/m²) | (cd/m²) | |
| porche | 0,00 | 7,75 | 1,50 | 0 | 0,63 | 0,28 | 34,06 |

SUPERFICIES Y CONSUMOS

| Área | S | $E_m$ | P |
|---|---|---|---|
| | (m²) | (lux) | (W) |
| porche | 268,75 | 64,2 | 396 |

- Eficiencia energética

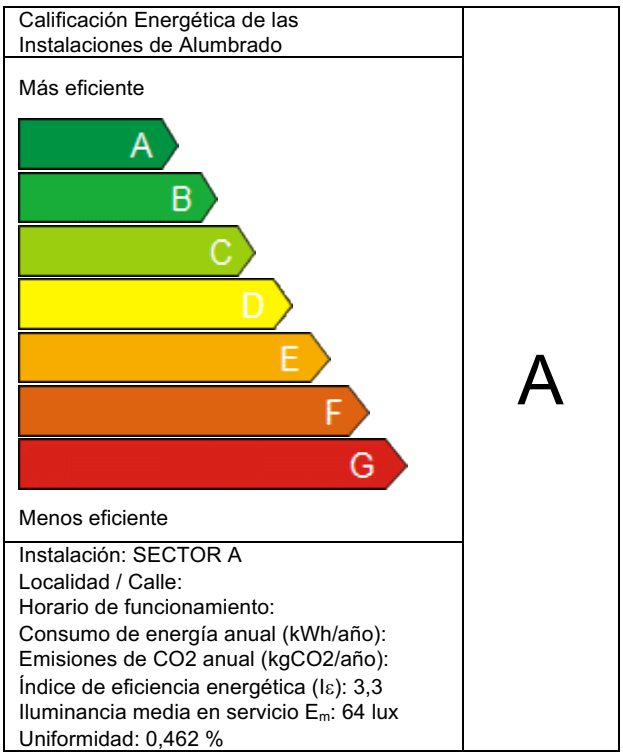
La eficiencia energética se calcula en función de la superficie iluminada, la potencia utilizada en lámparas y equipos auxiliares, y el nivel de iluminación conseguido. La siguiente tabla muestra todos los parámetros calculados:

EFICIENCIA ENERGÉTICA

| Parámetro | Valor |
|---|---|
| Superficie (S): | 268,75 m² |
| Iluminancia media ($E_m$): | 64 lux |
| Potencia total de lámparas y equipos auxiliares (P): | 396 W |
| Eficiencia energética de la instalación (ε): | 43,53 (m²·lux)/W |

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

| Parámetro | Valor |
|---|---|
| Eficiencia energética de referencia ($\varepsilon_R$): | 13,0 (m²·lux)/W |
| Índice de eficiencia energética ($I_\varepsilon$): | 3,3 |
| Índice de calificación energética (ICE): | 0,30 |
| Calificación energética: | A |




- PORCHE

En función de las características de las luminarias que se han proyectado, de la calidad y frecuencia de las operaciones de mantenimiento previstas, y del grado de contaminación de la zona, se ha calculado un factor de mantenimiento de 0,76, según se desarrolla en la siguiente tabla:

MANTENIMIENTO

| | |
|---|---|
| Tipo de lámparas: | Otro |
| Periodo de funcionamiento, en horas: | 6000 h |
| Grado de protección del sistema óptico de las luminarias: | IP 5X |
| Grado de contaminación de la zona: | Medio |
| Intervalo de limpieza, en años: | 3 años |
| Factor de depreciación del flujo luminosos de las lámparas (FDFL): | 0,97 |
| Factor de supervivencia de las lámparas (FSL): | 0,96 |
| Factor de depreciación de las luminarias (FDLU): | 0,82 |
| Factor de depreciación de las superficies del recinto (FDSR): | 1,00 |

| | |
|---|---|
| Factor de mantenimiento ($F_m$=FDFL·FSL·FDLU·FDSR) | 0,76 |

Atendiendo al Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior, la presente instalación se clasifica según la siguiente tabla:

CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

| | |
|---|---|
| Tipo: | Alumbrados específicos |
| Tipo de alumbrado específico: | Alumbrado de pasarelas peatonales, escaleras y rampas |

Esta clasificación permite establecer los siguientes requisitos de iluminación que serán justificados en apartados posteriores:

REQUISITOS DE ILUMINACIÓN

| Parámetro | Condición |
|---|---|
| Iluminancia media mantenida (Em): | >= 20 lux |
| Uniformidad media de iluminancias (Um): | >= 0,4 |

El área a comprobar tiene una superficie de 268,75 m².

LUMINARIAS

Para satisfacer los requisitos de alumbrado, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

MODELOS DE LUMINARIAS EMPLEADOS

| Uds | Referencia | Modelo | Fabricante | Lámparas | Ra | $\Phi_{Lámp}$ (lm) | $P_{Tot}$ (W) | $\varepsilon_{Lámp}$ (lm/W) | $\eta$ (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | / DALA LED | Secom | LED OSRAM DURIS E3 15W | 80 | 1.740 | 17 | 105,39 | 78 |

Donde:

Ra = Índice de rendimiento cromático de las lámparas.
$\Phi_{Lámp}$ = Flujo total del conjunto de lámparas instaladas (lm).
$P_{Tot}$ = Potencial total del conjunto de lámparas y equipos auxiliares (W).
$\varepsilon_{Lámp}$ = Eficacia de las lámparas y equipos auxiliares (lm/W).
$\eta$ = Rendimiento de la luminaria (%).

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

UNIDADES INSTALADAS

| | Modelo | Posición (m) | | | Rotación (°) | | | $FHS_{inst}$ | Intensidades máximas (cd/klm) | | | Clase de Intensidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Id. | | X | Y | Z | X | Y | Z | (%) | 70≤γ<80 | 80γ<90 | γ≥90 | |
| 1 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 1,37 | 1,18 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 2 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 5,12 | 1,18 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 3 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 8,87 | 1,18 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 4 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 12,62 | 1,18 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 5 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 16,37 | 1,18 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 6 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 20,12 | 1,18 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 7 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 1,37 | 4,55 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 8 | Secom-4204 01 | 5,12 | 4,55 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 84-320×0,05W | | | | | | | | | | | |
| 9 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 8,87 | 4,55 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 10 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 12,62 | 4,55 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 11 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 16,37 | 4,55 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 12 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 20,12 | 4,55 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 13 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 1,37 | 7,93 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 14 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 5,12 | 7,93 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 15 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 8,87 | 7,93 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 16 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 12,62 | 7,93 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 17 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 16,37 | 7,93 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 18 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 20,12 | 7,93 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 19 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 1,37 | 11,32 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 20 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 5,12 | 11,32 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 21 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 8,87 | 11,32 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 22 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 12,62 | 11,32 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 23 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 16,37 | 11,32 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |
| 24 | Secom-4204 01 84-320×0,05W | 20,12 | 11,32 | 2,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,3 | 23,1 | 0 | G6 |

Donde:

$FHS_{inst}$ = Flujo hemisférico superior instalado de la luminaria.

- Iluminancias.

Para el cálculo de los niveles de iluminación se ha dividido la superficie de comprobación en una nube de 322 puntos separados una distancia de 100 cm, resultando los valores indicados en la siguiente tabla:

ILUMINANCIAS

| Parámetro | Valor |
|---|---|
| Iluminancia media mantenida (Em): | 64,18 lux |
| Iluminancia mínima (Emín): | 29,68 lux |
| Iluminancia máxima (Emáx): | 88,09 lux |
| Uniformidad media de iluminancias (Um): | 0,46 |
| Uniformidad general de iluminancias (Ug): | 0,34 |

- Luminancias

La siguiente tabla muestra los valores de luminancias calculados.

LUMINANCIAS

| Parámetro | Valor |
|---|---|
| Coeficiente de reflexión medio del área: | 0,30 |
| Luminancia media (Lm): | 6,13 cd/m² |
| Luminancia mínima (Lmín): | 2,83 cd/m² |
| Luminancia máxima (Lmáx): | 8,41 cd/m² |
| Uniformidad global de luminancias (Uo): | 0,46 |

- Deslumbramiento

Se analiza el deslumbramiento en base al índice de deslumbramiento GR. Se realiza el cálculo analizando distintas posiciones del observador a lo largo y ancho de la superficie de comprobación. Se enumeran a continuación los resultados correspondientes a la posición más desfavorable calculada, verificando en su caso que está dentro de los límites establecidos.

DESLUMBRAMIENTO GR

| Parámetro | Valor |
|---|---|
| Posición del observador, X: | 0,00 m |
| Posición del observador, Y: | 7,75 m |
| Altura de observación: | 1,50 m |
| Ángulo de inclinación: | -2,0° |
| Dirección de mirada: | 0,0° |
| Luminancia de velo: | 0,63 cd/m² |
| Luminancia de velo equivalente: | 0,28 cd/m² |
| Índice de deslumbramiento (GR): | 34,06 |

**Resplandor luminoso nocturno.**

El resplandor luminosos nocturno o contaminación lumínica es la luminosidad producida en el cielo nocturno por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmósfera, procedente, entre otros orígenes, de las instalaciones de alumbrado exterior, bien por emisión directa hacia el cielo o reflejada por las superficies iluminadas.

A efectos de establecer los límites a cumplir, se ha considerado la siguiente clasificación de zona de protección contra la contaminación luminosa:

| CLASIFICACIÓN | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| E3 | **ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD MEDIA:** Zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas. |

Atendiendo a esta clasificación, todas las luminarias de la instalación tendrán un flujo hemisférico superior instalado (FHSinst) inferior al 15,00 % del flujo total emitido por cada una. La siguiente tabla muestra una relación de las luminarias instaladas y el flujo hemisférico superior instalado:

FLUJO HEMOSFÉRICO SUPERIOR INSTALADO

| Id. | Modelo | Zona | Orientación (°) | | | $FHS_{inst}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | X | Y | Z | (%) |
| | Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| Secom-4204 01 84-320×0,05W | porche | 0 | 0 | 0 | 0,00 |

Además de esta limitación, para reducir las emisiones hacia el cielo tanto directas, como las reflejadas por las superficies iluminadas, la instalación de las luminarias cumple los siguientes requisitos:

a) Se ilumina solo la superficie que se quiere dotar de alumbrado.

b) Los niveles de iluminación no superara los valores máximos establecidos en la ITC-EA-02.

c) El factor de utilización y el factor de mantenimiento de la instalación satisfacen los valores mínimos establecidos en la ITC-EA-04.

**Luminarias**

Este capítulo enumera todas las luminarias empleadas en la instalación, destacando sus parámetros más significativos.

DALA LED

Fabricante: Secom.
Gama: Secom.
Referencia: Secom-4204 01 84-320×0,05W.
Modelo: / DALA LED.
Descripción: Importado desde "4204 01 84.ldt" el 02/09/2019Fabricante: SecomNúmero de informe: -Nombre de luminaria: / DALA LEDCódigo de luminaria: 4204 01 84.
Dimensiones: Ø 245 x 50 mm.
Dimensiones del área luminosa: Ø 230 mm.
Rendimiento de la luminaria: 78,30 %.

Conjunto de lámparas: LED OSRAM DURIS E3 15W.
Número de unidades: 320.
Modelo: LED OSRAM DURIS E3 15W.
Índice de rendimiento de color: 80.
Temperatura de color: 4000 °K.
Potencia del conjunto: 17 W.
Flujo del conjunto: 1.740 lm.

## ANEJO DE CÁLCULO

### Luminarias

FLUJO LUMINOSO

Consiste en la potencia emitida por una fuente luminosa en forma de radiación visible y evaluada según su capacidad de producir sensación luminosa, teniendo en cuenta la variación de la sensibilidad del ojo con la longitud de onda. Su símbolo es □ y su unidad es el lumen (lm).

FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO (FHSINST)

Es el porcentaje de flujo de una luminaria que se emite sobre el plano horizontal respecto al flujo total saliente de la luminaria, estando está montada en su posición de instalación.

EFICACIA LUMINOSA

Es la relación entre el flujo luminoso emitido por la lámpara y la potencia consumida por ésta. Se expresa en lm/W (lúmenes/vatio).

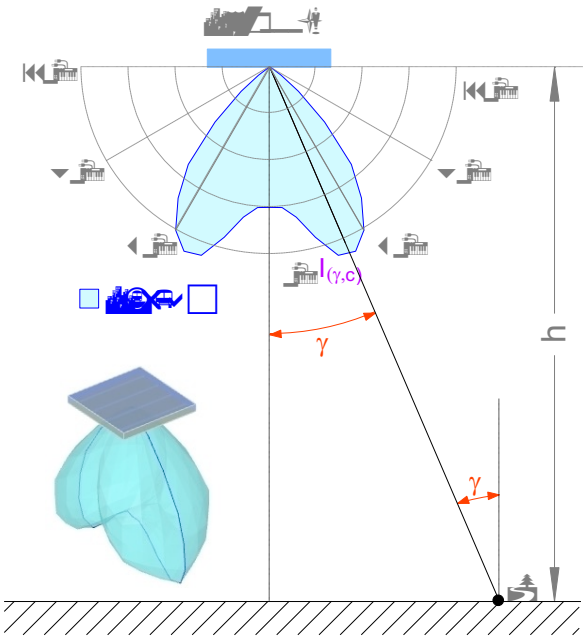
RENDIMIENTO DE UNA LUMINARIA

Es la relación entre el flujo luminoso total procedente de la luminaria y el flujo luminoso emitido por la lámpara o lámparas instaladas en la luminaria. Su símbolo es η y carece de unidades.

### Iluminancias (E)

ILUMINANCIA HORIZONTAL EN UN PUNTO

La iluminancia horizontal en un punto P de una superficie mide la cantidad de luz que incide en dicho punto, y se calcula como el cociente entre el flujo luminoso incidente sobre un elemento de la superficie que contiene el punto y el área de ese elemento. Su símbolo es E y su unidad el lux (lm/m²). Se calcula mediante la siguiente expresión:




$$E = \frac{I(c,\gamma)\cdot\cos^3\gamma}{h^2}$$

Donde:

E = Componente horizontal de la iluminancia en el punto de cálculo (lux).
I = Intensidad luminosa de la luminaria para la curva c y el ángulo $\gamma$ en dirección al punto de cálculo (cd).
h = Altura o diferencia de cotas entre la fuente luminosa y el punto de cálculo (m).
$\gamma$ = Ángulo que forman la dirección vertical desde la luminaria hasta el plano de cálculo y el rayo que une la fuente luminosa con el punto de cálculo.

La intensidad luminosa (I) se obtiene de las curvas de distribución fotométrica de la luminaria, y del flujo total de las lámparas a instalar, según la siguiente fórmula:

$$I = \frac{I_m \cdot \Phi_L}{1000}$$

Donde:

$I_m$ = Intensidad luminosa de la luminaria para el ángulo $\gamma$ y la curva c referida a un flujo luminoso emitido de 1.000 lm. (cd / klm).
$\Phi L$ = Flujo del conjunto de lámparas instaladas en la luminaria (cd).

ILUMINANCIA MEDIA HORIZONTAL

Es el valor medio de la iluminancia horizontal en la superficie considerada. Su símbolo es $E_m$, y se expresa en lux.

El proceso de cálculo consiste en dividir la superficie de cálculo en una nube de puntos separados una distancia homogénea, y realizar el cálculo de la iluminancia horizontal en cada uno de ellos provocada por todas las luminarias instaladas. La iluminancia media se calculará como el valor medio de todos los valores obtenidos:

$$E_m = \frac{\sum_{i=0}^{n} E_i}{n}$$

Donde:

$E_m$ = Iluminancia media horizontal.
$E_i$ = Iluminancia horizontal calculada en el punto i.
n = Número de puntos calculados.

UNIFORMIDAD MEDIA DE ILUMINANCIAS

Es la relación entre la iluminancia mínima y la media de la superficie. Su símbolo es $U_m$ y carece de unidades.

$$U_m = \frac{E_{mín}}{E_m}$$

UNIFORMIDAD GENERAL DE ILUMINANCIAS

Es la relación entre la iluminancia mínima y la máxima de la superficie. Su símbolo es Ug y carece de unidades.

$$U_g = \frac{E_{mín}}{E_{máx}}$$

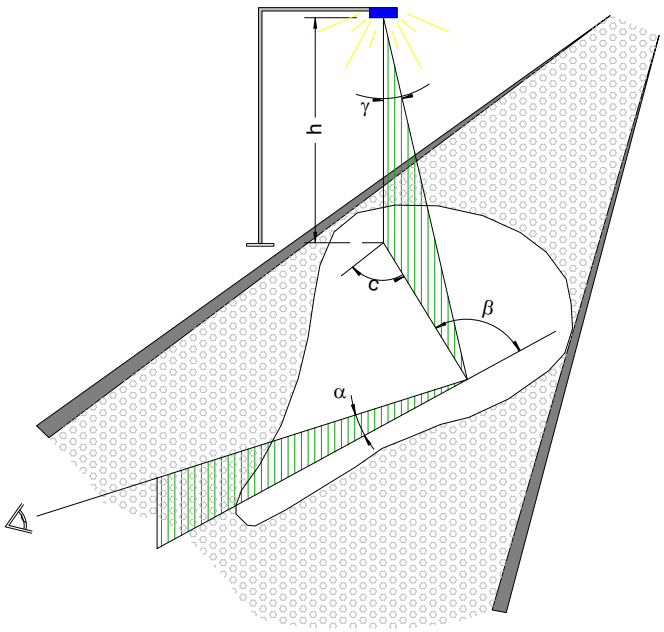
RELACIÓN DE ENTORNO SR

Es la relación entre la iluminancia media de la zona situada en el exterior de la calzada y la iluminancia media de la zona adyacente situada sobre la calzada, en ambos lados de los bordes de la misma. La relación entorno SR es la más pequeña de las dos relaciones entorno calculadas. La anchura de las dos zonas de cálculo para cada relación de entorno se tomará como 5 m o la mitad de la anchura de la calzada, si ésta es inferior a 10 m.

**Luminancias (L)**

LUMINANCIA EN UN PUNTO DE UNA SUPERFICIE

Es la intensidad luminosa por unidad de superficie reflejada por la misma superficie en la dirección del ojo del observador. La expresión de la luminancia en un punto P, en función de la intensidad luminosa que incide en dicho punto, de la altura h de montaje de la luminaria y de las características de reflexión del pavimento r (β, tg γ ), es la siguiente:

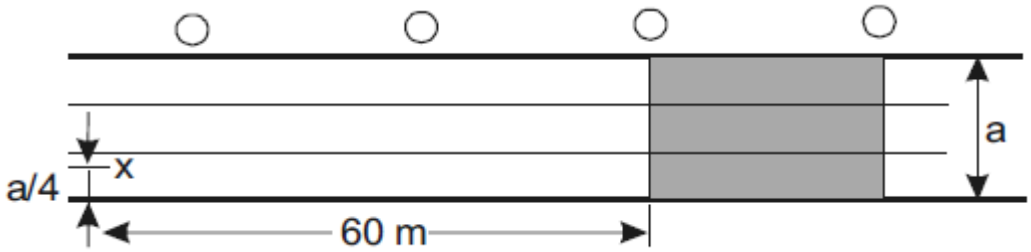



$$L = \frac{I(c,\gamma)\cdot r(\beta, tg\gamma)}{h^2}$$

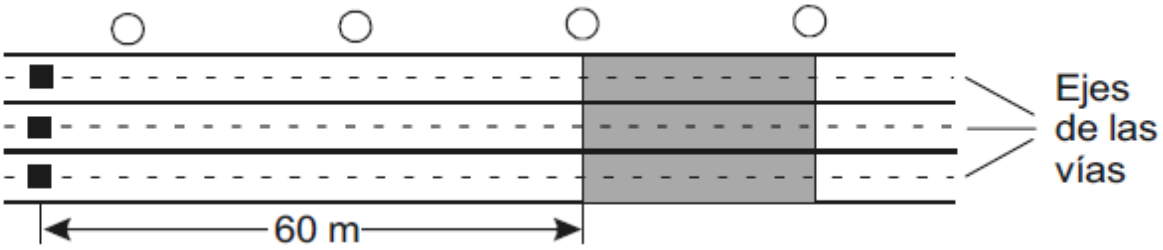
Donde:

| | | |
|---|---|---|
| L | = | Luminancia en un punto P de una superficie, en cd/m². |
| I(c,$\gamma$) | = | Intensidad luminosa que incide en el punto de cálculo, en candelas, en función de la curva c y el ángulo $\gamma$ de incidencia en el punto de cálculo. |
| r($\beta$,tg$\gamma$) | = | Coeficiente de reflexión del pavimento para el ángulo de incidencia $\gamma$ y el ángulo $\beta$ que marca la posición del observador respecto al punto de cálculo y la luminaria. Este factor se calcula por doble interpolación en las tablas r correspondientes al tipo de pavimento empleado. |
| h | = | Altura de instalación del punto de luz, en m. |

En el caso de viales, el observador se coloca a 1,5 m de altura sobre la superficie de la calzada y en sentido longitudinal, a 60 m de la primera línea transversal de puntos de cálculo. En sentido transversal se sitúa a 1/4 del ancho total de la calzada para el cálculo de la luminancia media ($L_m$) y la uniformidad global ($U_o$):




Para el cálculo de la uniformidad longitudinal (Ul), se considera un observador en el centro de cada uno de los carriles de la calzada:




En el caso de cálculo de áreas exteriores, la luminancia se calcula suponiendo que la reflexión de la superficie es totalmente difusa, en cuyo caso, la luminancia es directamente proporcional a la iluminancia, y no depende de la posición del observador, calculándose según la siguiente expresión:

$$L = \frac{E \cdot \rho}{\pi}$$

Donde:

| | | |
|---|---|---|
| L | = | Luminancia en el punto P. |
| E | = | Iluminancia horizontal en el punto P. |
| $\rho$ | = | Coeficiente de reflexión medio del área. |

LUMINANCIA MEDIA DE UNA SUPERFICIE

Es el valor medio de la luminancia de la superficie considerada. Su símbolo es Lm y se expresa en cd/m²

$$L_m = \frac{\sum_{i=0}^{n} L_i}{n}$$

Donde:
$L_m$ = Luminancia media, en cd/m².
$L_i$ = Luminancia calculada en el punto i, en cd/m².
n = Número de puntos calculados.

UNIFORMIDAD GLOBAL DE LUMINANCIAS

Es la relación entre la luminancia mínima y la media de la superficie de la calzada. Su símbolo es $U_o$ y carece de unidades.

$$U_o = \frac{E_{mín}}{E_m}$$

UNIFORMIDAD LONGITUDINAL DE LUMINANCIAS

Es la relación entre la luminancia mínima y la máxima en el mismo eje longitudinal de los carriles de circulación de la calzada, adoptando el valor menor de todos ellos. Su símbolo es $U_l$ y carece de unidades.

$$U_l = \frac{E_{mín}}{E_{máx}}$$

LUMINANCIA DE VELO

Es la luminancia uniforme equivalente resultante de la luz que incide sobre el ojo de un observador y que produce el velado de la imagen en la retina, disminuyendo de este modo la facultad que posee el ojo para apreciar los contrastes. Su símbolo es ($L_v$) y se expresa en cd/m².

Se calcula sumando el aporte de todas las luminarias instaladas según la siguiente expresión:

$$L_v = K \cdot \sum_{i=0}^{n} \frac{E_g}{\theta^2}$$

Donde:
K = Constante que depende fundamentalmente de la edad del observador y, aunque es variable, se adopta como valor medio 10 si los ángulos se expresan en grados, y 3 x 10-3 si se expresan en radianes.
Eg = Iluminancia en lux sobre la pupila, en un plano perpendicular a la dirección visual y tangente al ojo del observador.

Θ = Ángulo entre el centro de la fuente deslumbrante y la línea de visión, es decir, ángulo formado por la dirección visual del observador.

LUMINANCIA DE VELO EQUIVALENTE

Se define considerando que la reflexión del entorno es totalmente difusa, se expresa en cd/m², y se calcula como:

$$L_{ve} = \frac{0{,}035 \cdot \rho \cdot E_{hm}}{\pi}$$

Donde:
$L_{ve}$ = luminancia de velo denominada equivalente, producida por el entorno (cd/m²).
$\rho$ = Coeficiente de reflexión medio del área.
$E_{hm}$ = Iluminancia horizontal media del área (lux).

**Deslumbramiento**

DESLUMBRAMIENTO PERTURBADOR (TI)

Deslumbramiento que perturba la visión de los objetos sin causar necesariamente una sensación desagradable. La medición de la pérdida de visibilidad producida por el deslumbramiento perturbador, ocasionado por las luminarias de la instalación de alumbrado público, se efectúa mediante el incremento de umbral de contraste. Su símbolo TI, carece de unidades y su expresión, en función de la luminancia de velo $L_v$ y la luminancia media de la calzada $L_m$.

Cuando $L_m$ está entre 0,05 y 5 cd/m², se calcula mediante la siguiente expresión:

$$TI = 65 \cdot \frac{L_v}{L_m^{0,8}}$$

Cuando $L_m$ es superior a 5 cd/m², se utiliza esta otra expresión:

$$TI = 65 \cdot \frac{L_v}{L_m^{1,05}}$$

Donde:
TI = Incremento de umbral correspondiente al deslumbramiento perturbador.
Lv = Luminancia de velo total en cd/m².
Lm = Luminancia media de la calzada en cd/m².

ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO CLASE D

El deslumbramiento en instalaciones de alumbrado vial ambiental se analiza en base al índice de deslumbramiento clase D, determinado por la siguiente expresión:

$$D = I \cdot A^{-0,5}$$

Donde:
D = Índice de deslumbramiento.
I = Valor máximo de la intensidad luminosa (cd) en cualquier dirección que forme un ángulo de 85° con la vertical.
A = Área aparente (m²) de las partes luminosas de la luminaria en un plano perpendicular a la dirección de la intensidad.

ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO (GR)

Es el índice que caracteriza el nivel de deslumbramiento (Glare Rating), mediante la formulación empírica reflejada en la norma CIE 112:94 según la siguiente expresión:

$$GR = 27 + 24 \cdot \log \frac{L_v}{L_{ve}^{0,9}}$$

Donde:
GR = Índice de deslumbramiento.
$L_v$ = Luminancia de velo debida a las luminarias (cd/m²).
$L_{ve}$ = luminancia de velo denominada equivalente, producida por el entorno (cd/m²).

El índice de deslumbramiento GR se utiliza para evaluar el deslumbramiento en la iluminación de recintos abiertos, superficies, instalaciones deportivas, áreas de trabajo exteriores, aparcamientos y en general, iluminación a gran altura. Tiene una escala de 0 a 100, y su valor se evalúa según la siguiente tabla:

Evaluación del deslumbramiento mediante el índice GR

| Deslumbramiento | Índice GR |
|---|---|
| Insignificante | 10 |
| Ligero | 30 |
| Límite admisible | 50 |
| Molesto | 70 |
| Insoportable | 90 |

**Eficiencia Energética**

EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética de una instalación de alumbrado exterior se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada.

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P}$$

Donde
ε = Eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior (m²·lux/W).
S = Superficie iluminada (m²).
$E_m$ = Iluminancia media en servicio (considerando el mantenimiento previsto) de la instalación (lux).
P = Potencia activa total instalada, incluyendo potencia de equipos auxiliares (W).

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Las instalaciones de alumbrado exterior, excepto las de alumbrados de señales y anuncios luminosos y festivo y navideño, se califican en función de su índice de eficiencia energética.

El índice de eficiencia energética (Iε) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación (ε) y el valor de eficiencia energética de referencia (εR). Este último valor se determina a partir

de la tabla 3 la de ITC-EA-01 del Reglamento de Eficiencia Energética, en función de la iluminancia media proyectada.

$$I_{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}$$

Para calificar la eficiencia de la instalación se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras que va desde la letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía). El índice utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso del índice de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I_{\varepsilon}}$$

Según el valor calculado del índice de calificación energética, la tabla 4 de la ITC-EA-01 del Reglamento determina la letra correspondiente a la calificación.

# ID. INSTALACIÓN DE COMUNICACIONES

En el presente anexo se definen las características que debe tener el Sistema de Cableado Estructurado del edificio para proporcionar servicios de voz y datos, conforme a la normativa de la Agencia de Informática y Comunicaciones de la Comunidad de Madrid (ICM).

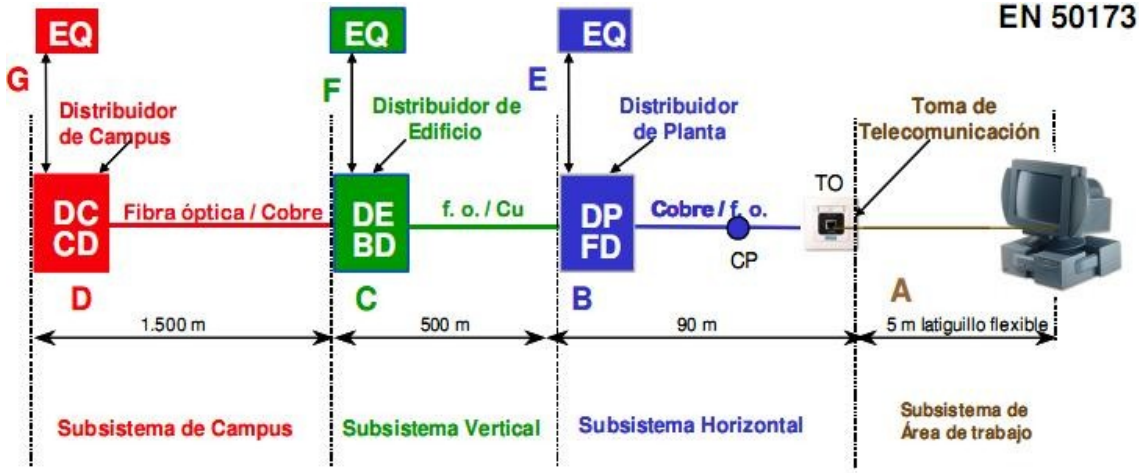
Las normas a tener en cuenta son las establecidas en el apartado "Normativa Técnica Aplicable", del documento "Normativa", elaborado por ICM. Según estas normas, no es necesaria la instalación de megafonía, televisión y telefonía.

## ID1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURA DE UN S.C.E.

La arquitectura y topología de la Red de Datos Genérica sigue el esquema jerárquico en árbol que describe la norma UNE EN 50173 y se configura en tres subredes:

- **Subsistema de Campus (SC)** (troncal o backbone de edificios), que permite la interconexión de edificios.
- **Subsistema Vertical (SV)** (troncal o backbone del edificio), que permite la unión de las diferentes plantas del edificio.
- **Subsistema Horizontal (SH)**, que permite conectar el distribuidor de planta con el Terminal de usuario.

En la siguiente figura se muestra un esquema de los subsistemas de un cableado estructurado genérico y los elementos funcionales que lo componen.




### DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FUNCIONALES

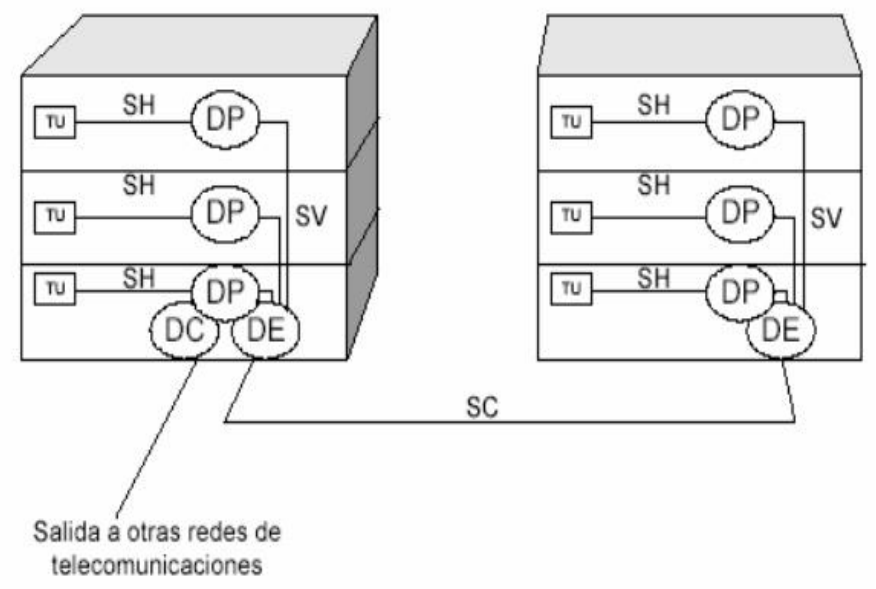
Los elementos funcionales de una infraestructura genérica de cableado estructurado son los siguientes:

- **Distribuidor de Campus (DC):** es el elemento en el que se concentran las redes de todos los edificios del Campus, así como las conexiones de la Red Corporativa de Comunicaciones y las conexiones con las redes de los operadores públicos de telecomunicaciones.

- Cableado troncal de Campus: es el conjunto de cables que se utiliza para realizar las conexiones entre el Distribuidor de Campus y los Distribuidores de Edificios.
- **Distribuidor de Edificio (DE):** es el elemento que sirve para interconectar las comunicaciones del edificio con la red troncal del Campus.
- Cableado Vertical o troncal de Edificio: es el conjunto de cables que se utiliza para realizar la interconexión entre el Distribuidor de Edificio y los Distribuidores de Planta existentes en el edificio.
- **Distribuidor de Planta (DP):** es el elemento que sirve para interconectar los usuarios con los equipos de acceso de la red de comunicaciones y con el backbone vertical del edificio.
- Cableado Horizontal: es el conjunto de cables que se utiliza para interconectar el Distribuidor de Planta con las Tomas de Usuario, para proporcionarles el acceso a los servicios de telecomunicaciones.
- Punto de Consolidación (CP): se utiliza para adaptar distintos tipos de cable horizontal.
- **Toma de Usuario (TU):** es el dispositivo fijo de conexión que sirve para conectar el equipo de usuario a la red de comunicaciones de voz y datos. Estará compuesta por dos conectores RJ-45 categoría 6 y cuatro tomas de corriente 230 VAC.

Los distribuidores de campus, de edificio y de planta están constituidos por un conjunto de armarios repartidores con paneles de distribución, tanto para cable de cobre como para fibra óptica.

En la siguiente figura se muestra de forma esquemática los subsistemas y elementos funcionales de la infraestructura de cableado estructurado.




## ID2. TECNOLOGÍA EN EL MEDIO DE TRANSMISIÓN

### CABLE PAR TRENZADO

El cable par trenzado se configura por pares de de hilos trenzados. Este trenzado mantiene estable las propiedades eléctricas a lo largo de toda la longitud del cable y reduce las interferencias creadas por los hilos adyacentes.

Existen tres tipos de cable par trenzado:

- No apantallado (UTP, Unshielded Twisted Pair).

Consta de uno o más pares trenzados, aislados con un recubrimiento plástico, no incorpora pantalla metálica. Este cable posea una menor protección frente a interferencias electromagnéticas externas y es flexible y manejable para la instalación.

- Apantallado (STP, Shielded Twisted Pair)

Consta de pantalla metálica que rodea los pares trenzados protegiéndolos frente a interferencias electromagnéticas.

- Pantalla Global (FTP, Foiled Twisted Pair)

Consiste en hilos de cobre aislados por una cubierta plástica y entrelazada entre sí. Debido a que puede haber acoples entre pares, estos se trenzan con pasos diferentes.

El cableado horizontal que se instalará será por sus características específicas el cable par trenzado UTP Categoría 6 que soporte el estándar 1000Base-TX (Gigabit Ethernet).

## ID3. CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA RED

El edificio objeto del presente proyecto es ampliación y prolongación de otro en el que se encuentra el recinto técnico de comunicaciones con el rack del edificio, por lo que dimensionamos una ampliación en el rack existente y un nuevo rack en el aula de informática.

Se preverán dos tomas de usuario por cada puesto de trabajo, aula o departamento. En el aula de informática se preverán dos tomas por cada puesto de trabajo.

Se diseña la Red de Datos necesaria para dotar a las siguientes estancias del edificio:

| PLANTA | Total Tomas | Número Toma | | Despacho | L(m) |
|---|---|---|---|---|---|
| Baja | 2 | 1 | 2 | Aula ESO 1 | 46 |
| | 2 | 3 | 4 | Aula ESO 2 | 47 |
| | 2 | 5 | 6 | Aula ESO 3 | 46 |
| | 2 | 7 | 8 | Aula ESO 4 | 47 |
| | 2 | 9 | 10 | Aula Desdoble 1 | 55 |
| | 2 | 11 | 12 | Aula Plástica | 55 |
| | 2 | 13 | 14 | Despacho monitor gimnasio | 98 |
| Primera | 2 | 15 | 16 | Aula de Música | 60 |
| | 2 | 17 | 18 | Aula Informática | 61 |
| | 2 | 19 | 20 | Taller Tecnología | 68 |
| | 2 | 21 | 22 | Aula Desdoble 3 | 69 |
| | 2 | 23 | 24 | Aula Desdoble 2 | 73 |

Total 24 Tomas de Telecomunicaciones Dobles en el edificio.

Esto es 48 tomas RJ45 Cat 6.

En sala de Informática se instalarán 32 tomas desde el Rack propio del aula numeradas desde I01 hasta I32.

Además de las tomas previstas se habilitarán tomas en las zonas comunes del edificio (distribuidores y gimnasio) para facilitar el despliegue de los puntos de acceso WIFI.

En total se habilitarán 3 puntos wifi. Para realizar esta instalación se habilitarán dos Racks Repartidores de Planta ubicados uno en el recinto de telecomunicaciones de planta baja y otro en el rack mural del aula de informática, a fin de controlar esta parte de la red de forma independiente.

**Ampliación de Rack existente**

- 2 paneles de conexión de 24 puertos RJ45 cat6 completamente equipados con conectores RJ45 cat. 6.
- 2 pasahilos de tipo cepillo con marco abierto y todos los accesorios para que quede perfectamente terminado.

Todo instalado conforme a la normativa de I.C.M. incluyendo unidad de ventilación con interruptor y termostato regulable en parte superior y en perfecto funcionamiento. Incluye puesta a tierra de las puertas del armario mediante latiguillos de cobre de sección adecuada. Etiquetado de armario, paneles, puertos y resto de elementos según normativa de I.C.M.

**Rack aula de informática**

- Armario rack de 19" de 600 mm de anchura y 700 mm de profundidad serigrafiado tipo ICM.
- Puerta delantera de doble hoja.
- Paneles laterales con rejilla de ventilación superior.
- Puerta trasera ciega, puerta delantera en vidrio de seguridad tintado con cerradura de seguridad.
- Cuatro largueros de montaje formato 19” regulables para distintos fondos.
- Guía cables laterales verticales para fijación y distribución del cableado incluyendo anillas, con seis orificios para entrada de cables.
- Zócalo inferior de altura 100 mm con tapa frontal y posterior desmontable, laterales con escotadura semitroquelada para comunicación de baterías y patas niveladoras para repartidor.

Dimensiones 15 U de altura, en el que albergará:

- 2 paneles de conexión de 24 puertos RJ45 cat6 completamente equipados con conectores RJ45 cat. 6.
- 2 pasahilos de tipo cepillo con marco abierto y todos los accesorios para que quede perfectamente terminado.
- 1 regleta de 8 tomas Schucko sin interruptor, con indicador luminoso de presencia de tensión y lateral desmontable para conexión de línea de alimentación directa desde cuadro eléctrico (sin enchufe intermedio) montadas en la parte posterior e inferior del armario rack.

Todo instalado conforme a la normativa de I.C.M. incluyendo unidad de ventilación con interruptor y termostato regulable en parte superior y en perfecto funcionamiento. Incluye puesta a tierra de las puertas del armario mediante latiguillos de cobre de sección adecuada. Etiquetado de armario, paneles, puertos y resto de elementos según normativa de I.C.M.

**Puntos de Acceso WiFi interior**

Punto de Acceso WIFI UNIFi de UBIQUITI o similar.

Especificaciones:

- Dimensiones 20 x 20 x 3.65 cm
- Puertos Ethernet (Auto MDX, auto-sensing 10/100 Mbps)
- Botón Reset
- 2 Antenas Integradas (soporta modo MIMO 2x2 con diversidad espacial)
- Estándar Wi-Fi 802.11 b/g/n*
- Alimentación a través de Ethernet (12-24V)
- Máximo consumo 4W Max TX Power 23 dBm BSSID hasta 4 por radio Modo ahorro de energía soportado
- Seguridad inalámbrica WEP, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i
- Certificaciones CE, FCC, IC
- Montaje para pared/techo
- Gestión Avanzada de Tráfico VLAN 802.1Q QoS avanzado priorización WLAN
- Soporta Isolation de clientes WMM Voice, video, best effort, and background Clientes concurrentes 100+ Tasas de transferencias soportadas (Mbps) 802.11n MCS0 - MCS15 (6.5 Mbps to 300 Mbps), HT 20/40 802.11b 1, 2, 5.5, 11 802.11g 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps.

## ID4. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS BÁSICOS DE LA INSTALACIÓN

### CÁLCULO DE LA ATENUACIÓN DE LA RED INTERIOR DE USUARIO DE PARES TRENZADOS

Calculamos la atenuación desde el Repartidor de planta hasta la toma de usuario mas lejana:

Despacho monitor gimnasio → 90 m.

| F( Mhz) | 1 | 4 | 8 | 10 | 16 | 20 | 25 | 31,25 | 62,5 | 100 | 200 | 250 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Atenuación (dB) Conectores Cat 6 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,22 | 0,32 | 0,40 | 0,56 | 0,64 |
| Atenuación (dB) Cable Cat 6 | 1,80 | 3,42 | 4,77 | 5,40 | 6,84 | 7,65 | 8,55 | 9,63 | 13,86 | 17,82 | 26,10 | 29,52 |
| ***Atenuación (dB) Total*** | ***2,00*** | ***3,62*** | ***4,97*** | ***5,60*** | ***7,04*** | ***7,85*** | ***8,75*** | ***9,85*** | ***14,18*** | ***18,22*** | ***26,66*** | ***30,16*** |

### OTROS CÁLCULOS

No procede la realización de cálculos adicionales.

### TIPO DE CABLES

Toda la red estará formada por cables del tipo:

UTP CATEGORIA 6 compuesto por 4 pares de hilos trenzados, cumpliendo las especificaciones de la norma UNE-EN 50288-6-1.

### RESUMEN DE LOS MATERIALES NECESARIOS PARA LA RED INTERIOR DE USUARIO

**Cables**

1500 Mts de cable UTP cat. 6

**Conectores**

3 conectores RJ45 macho de 8 vías Cat. 6 para los puntos de Acceso WIFI.

**Tomas de Usuario**

24 Tomas con dos conectores RJ45 hembra de 8 vías Cat. 6 y 4 Tomas de Corriente 230 VAC de empotrar.

16 Tomas con dos conectores RJ45 hembra de 8 vías Cat. 6 y 4 Tomas de corriente 230 VAC de superficie.

## ID5. INFRAESTRUCTURA DE CANALIZACIÓN

Para el correcto despliegue de la red es necesaria una serie de infraestructuras que soporten la distribución de los cables.

### ARQUETA DE ENTRADA, CANALIZACIÓN EXTERNA Y REGISTROS DE ENLACE

Ya existe la arqueta de entrada, la canalización externa y los registros de enlace en el edificio principal de la Fase I del centro.

**RECINTO DE INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES**

En el edificio existente objeto de esta ampliación, ya existe un Recinto de Instalaciones de Telecomunicaciones en el que se ubican las regletas de distribución de los pares de telefonía y el rack repartidor.

**CANALIZACIÓN PRINCIPAL Y REGISTROS SECUNDARIOS**

Es la que soporta la Red de Distribución del inmueble. Conecta el repartidor principal con las tomas de telecomunicaciones.

La canalización se dimensiona de acuerdo a una ocupación máxima del 40%, para que el restante espacio esté disponible para futuras ampliaciones.

Para ello tendremos que calcular suma de las secciones de los cables a instalar.

El cable UTP Cat6 tiene un diámetro de 7 mm, por tanto la sección del cable será 38 $mm^2$.

En el tramo de mayor ocupación se instalarán 14 cables por lo que la sección máxima ocupada por los cables será 532 $mm^2$.

Como la ocupación inicial será del 40%, la sección de canalización necesaria en el peor de los casos será 1.330 $mm^2$.

La sección calculada la pasamos a canal de 60 mm de altura, por lo que sale que el ancho de la canalización disponible será de 23 mm.

La bandeja elegida será de 200x60 mm, superior a lo calculado, para continuar con la misma dimensión de bandejas instalada en la fase I. Discurrirá por el falso techo de los pasillos y estará accesible. Desde el edificio de aulas hasta el gimnasio, se reemplaza la bandeja por dos tubos rígidos de 25mm de diámetro, ya que únicamente da servicio a una toma.

Para dar servicio a las tomas se dispondrán de 2 tubos de 25 mm hasta cada toma de telecomunicaciones.

De estos dos conductos uno estará en uso y el otro estará disponible para futuras ampliaciones.

**CUADRO RESUMEN DE MATERIALES NECESARIOS**

**Tubos**

Se instalarán:

- 63m de Bandeja metálica 200x60 mm.
- 33m x 2 tubos rígidos de PVC de 25mm para la conexión del edificio de aulas con el gimnasio.
- 51m de tubo multipar 50 pares Cat.3 LSZH para conexión del rack existente con el nuevo rack de informática.

**Registros**

Se instalarán:

- 24 Registros de Toma.

**Material de equipamiento de los recintos**

Se amplía el cuadro de telecomunicaciones existente con:

- 2 Interruptores diferenciales de 2x25 A. 30 mA.
- 5 Interruptores magnetotérmicos de 2x16 A.

**Varios**

Tras analizar la distribución de todas las instalaciones del edificio no es necesario tomar ninguna medida especial ya que no se prevén interferencias en el uso normal de las instalaciones.

Con la normas de carácter general que se describen a continuación será suficiente para garantizar la independencia de las instalaciones:

- Los cruces con otros servicios se realizarán preferentemente pasando las canalizaciones de telecomunicación por encima de las de otro tipo.
- La separación entre una canalización de telecomunicación y las de otros servicios será, como mínimo, de 100 mm para trazados paralelos y de 30 mm para cruces.
- Cuando los sistemas de conducción de cables para las instalaciones de comunicaciones sean metálicos y simultáneamente accesibles a las partes metálicas de otras instalaciones, se deberán conectar a la red de equipotencialidad.

# IF. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

## IF1. REQUISITOS DE DISEÑO

El edificio contará con las instalaciones de fontanería que se indican en el Proyecto derivadas a su vez de la aplicación de la sección HS4 del DB HS del CTE , estas instalaciones cumplirán en su diseño, dimensionado, características de los productos a incorporar, modo de ejecución, pruebas, controles, conservación y mantenimiento, la sección HS4 del DB HS del CTE.

## IF2. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

En el presente apartado se enumeran las posibles alternativas planteadas por el autor, en lo referente al diseño, dimensionado, materiales y ejecución. En el siguiente apartado se justificará la solución elegida y se describirán el restos de aspectos donde no existe posibilidad de elección debido a las normativas, el buen hacer en construcción o a los requisitos de diseño.

**Diseño Dimensionado:**

Para el cálculo hidráulico de las pérdidas de carga continuas, existen diferentes fórmulas teóricas, ampliamente difundidas y utilizadas.

- Prandtl-Colebrook.
- Hazen-Williams.
- Manning.

**Materiales, Ejecución y Pruebas:**

- PE Polietileno UNE EN 12201 solo agua fría.
- PP Polipropileno UNE EN ISO 15874
- PEX Polietileno reticulado UNE EN ISO 15875
- PB Polibutileno UNE EN ISO 15876
- PVC-C Policloruro de vinilo clorado UNE EN ISO 15877
- Multicapa S/ UNE 53960:2002 EX

## IF3. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

A juicio del que suscribe mediante el presente apéndice, se dan soluciones acordes con el estado de la técnica a las premisas del titular, además de verifican el cumplimiento del DB HS4 del CTE, lo que implica conforme al Art. 5 del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE), el cumplimiento de la exigencia básica HS4 definida en el Art. 13.4 del indicado CTE y por tanto el cumplimiento, en lo referente al suministro de agua, de los requisitos básicos de calidad definidos en el Art. 3 de la LEY 38/1999, de 5 de Noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).

El diseño de la instalación de fontanería está condicionado por los requisitos arquitectónicos marcados en el proyecto Básico y en el Proyecto de Urbanización. En base a estas premisas y a lo indicado en la sección HS4 del DB HS del CTE, se describe la red de AFCH.

Red de AFCH:

- Conexión a la red existente.
- Llaves de corte en cada local húmedo.

La instalación se aislará con un material de conductividad térmica de 0,034 w/(mºK) y 0,037 w/(mºK)

## IF4. DIMENSIONADO

### DATOS PARA EL CÁLCULO

Una vez conocido el caudal real de consumo del edificio mediante el estudio individualizado de cada uno de los suministros, se estima que el caudal total instalado para el edificio de Aulas será de 10,150 l/s, siendo el máximo consumo previsible de 4,816 l/s, Y 1,4 l/s para el gimnasio.

A continuación se desglosan los aparatos instalados de agua fría y caliente y su consumo nominal:

| Tipo de aparato | Caudal unidad (l/s) | Número de aparatos | Caudal total (l/s) |
|---|---|---|---|
| Inodoro con cisterna | 0,100 | 7 | 0,700 |
| Urinarios con grifo temporizado | 0,150 | 4 | 0,600 |
| Lavabo | 0,100 | 9 | 0,900 |
| Ducha | 0,200 | 11 | 2,200 |
| TOTAL AGUA FRÍA | - | 31 | 4,400 |

Los aparatos de agua caliente:

| Tipo de aparato | Caudal unidad (l/s) | Número de aparatos | Caudal total (l/s) |
|---|---|---|---|
| Ducha | 0,100 | 11 | 1,100 |
| TOTAL AGUA CALIENTE | - | 11 | 1,100 |

La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa. y debe ser como mínimo de 100 kPa para grifos.

### DIMENSIONADO DE LA RED, CAUDALES Y PÉRDIDAS DE CARGA

El dimensionado de la red se realiza a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de las redes de ACS se realiza del mismo modo que las redes de agua fría, teniendo en cuenta que los caudales mínimos instantáneos para los aparatos de agua caliente son los que aparecen en la segunda columna de la tabla 2.1 del CTE-HS4.

El espesor del aislamiento de las conducciones de agua caliente, tanto en la ida como en el retorno, se dimensiona de acuerdo a lo indicado en las tablas 1.2.4.2.1 a 1.2.4.2.4 del procedimiento simplificado IT 1.2.4.2.1.2 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:

- El caudal máximo o instalado (Qinstalado) de cada tramo será igual a la suma de los caudales instantáneos mínimos (Qi,min) de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla 2.1. del CTE-HS4.

$$Q_{instalado}=\Sigma Q_{i,min}$$

- Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con el criterio siguiente:

  Factor de simultaneidad por número de aparatos:

$$k_a = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + \alpha \times (0{,}035 + 0{,}035 \times \log(\log n))$$

  Siendo:

  - Siendo n el número de aparatos servidos desde el tramo, con $K_a$=1 para n≤2 y el coeficiente por tipo de edificio $\alpha$=4,0.
  - Valor mínimo admisible para el coeficiente de simultaneidad: 0,2

  Factor de simultaneidad por número de instalaciones particulares:

$$k_c = \frac{19+N}{10 \cdot (N+1)}$$

  Siendo N el número de contadores divisionarios servidos desde el tramo.
  Valor mínimo admisible para el coeficiente de simultaneidad: 0,2

  El coeficiente de simultaneidad se obtiene como:

$$Ks=Qt/Qc$$

- Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal total instalado por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.

$$Q_{cálculo}=K_s \cdot \Sigma Q_{instalado}$$

- Elección de los parámetros para el dimensionado de los tramos:
  Velocidad máxima de cálculo en torno a 1,50 m/s.
  Diámetro inferior 10,00 mm.

- Cálculo del diámetro en base a los parámetros de dimensionado anteriores y del caudal instantáneo de cálculo que circula por cada tramo.
  Se tiene en cuenta la limitación de los diámetros mínimos de alimentación según la tabla 4.3 y mínimos en las derivaciones a aparatos según tabla 4.2 del CTE-HS4.
- Se comprueba que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera los valores mínimos indicados en el apartado 2.1.3 del CTE-HS4 y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

Para el cálculo de las pérdidas de carga se ha tenido en cuenta:

1. Pérdidas de carga por fricción según la fórmula de Prandtl-Colebrook.

$$V = -2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot J} \cdot \log_{10}\left(\frac{k_a}{3'71 \cdot D} + \frac{2'51 \cdot \nu}{D \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot J}}\right)$$

   Siendo:

   J = Pérdida de carga, en m.c.a./m;

   D = Diámetro interior de la tubería, en m;

   V = Velocidad media del agua, en m/s;

   $k_a$ = Rugosidad uniforme equivalente, en m.;

   $\upsilon$ = Viscosidad cinemática del fluido, (1'31x10-6 m²/s para agua a 10°C);

   g = Aceleración de la gravedad, 9'8 m/s²;

2. Pérdidas de carga en los accesorios, teniendo en cuenta un 25,0% de la longitud de cada tramo.
3. Diferencia de cotas entre la entrada y la salida de cada tramo.

La presión residual en cada punto de consumo se obtiene restando a la presión mínima garantizada en la acometida, las pérdidas de carga a lo largo de los tramos de tubería, válvulas y accesorios, y descontando la diferencia de cotas.

La presión máxima en cada nudo se calcula partiendo de la presión máxima esperada en la acometida y restando las correspondientes pérdidas de carga por rozamiento y diferencia de cotas.

En las siguientes tablas se resumen los resultados:

Caudal instalado = 5,5 l/s

Caudal de cálculo = 1,526 l/s

| Tramo | Caudal (l/s) | Velocidad (m/s) | Diámetro (mm) | Tipo de Elemento | Pérdida unitaria (mmca/m) | Longitud (m) | Longitud equivalente (m), Ke ó Kv | Pérdidas tramo (mmca) | Presión final (bar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Suministro-1 | | | | | 3,4290 |
| N1 | 1,526 | 1,83 | ø40 | Tubería-316 | 129,2 | 10,000 | 2,500 (Le) | 1.615 | 3,2708 |
| N2 | 1,526 | 2,28 | ø40 | Tubería-315 | 212,7 | 1,875 | 0,469 (Le) | 499 | 3,2220 |
| N3 | 1,526 | 2,28 | ø40 | Tubería-314 | 212,7 | 0,250 | 0,063 (Le) | 66 | 3,2155 |
| N4 | 1,526 | 2,28 | ø40 | Tubería-295 | 212,7 | 3,400 | 0,850 (Le) | 904 | 3,1269 |
| | | | | Diferencia alturas | - | 3,400 | - | 3.400 | 2,7938 |
| N5 | 1,526 | 2,28 | ø40 | Tubería-293 | 212,7 | 0,762 | 0,190 (Le) | 203 | 2,7739 |
| N6 | 1,526 | 2,28 | ø40 | Tubería-290 | 212,7 | 0,100 | 0,025 (Le) | 27 | 2,7713 |
| | | | | Diferencia alturas | - | 0,100 | - | 100 | 2,7615 |
| N7 | 1,526 | 2,28 | ø40 | Tubería-289 | 212,7 | 4,408 | 1,102 (Le) | 1.172 | 2,6467 |
| N8 | 0,901 | 2,09 | ø32 | Tubería-277 | 240,4 | 3,984 | 0,996 (Le) | 1.197 | 2,5294 |
| N9 | 0,783 | 1,82 | ø32 | Tubería-269 | 187,8 | 0,100 | 0,025 (Le) | 23 | 2,5271 |
| | | | | Diferencia alturas | - | -0,100 | - | -100 | 2,5369 |
| N10 | 0,783 | 1,82 | ø32 | Tubería-273 | 187,8 | 0,450 | 0,112 (Le) | 106 | 2,5265 |
| N11 | 0,783 | 1,82 | ø32 | Tubería-272 | 187,8 | 0,100 | 0,025 (Le) | 23 | 2,5242 |
| | | | | Diferencia alturas | - | 0,100 | - | 100 | 2,5144 |
| N12 | 0,783 | 1,82 | ø32 | Tubería-268 | 187,8 | 1,099 | 0,275 (Le) | 258 | 2,4892 |
| N13 | 0,783 | 1,82 | ø32 | Tubería-267 | 187,8 | 0,350 | 0,088 (Le) | 82 | 2,4811 |
| N14 | 0,783 | 1,04 | ø1 1/4" | Válvula de corte-3 | - | - | 98,000 (Kv) | 8 | 2,4803 |
| N15 | 0,783 | 1,82 | ø32 | Tubería-266 | 187,8 | 0,283 | 0,071 (Le) | 66 | 2,4738 |
| N16 | 0,783 | 1,82 | ø32 | Tubería-265 | 187,8 | 1,226 | 0,307 (Le) | 288 | 2,4456 |

| Tramo | Caudal (l/s) | Velocidad (m/s) | Diámetro (mm) | Tipo de Elemento | Pérdida unitaria (mmca/m) | Longitud (m) | Longitud equivalente (m), Ke ó Kv | Pérdidas tramo (mmca) | Presión final (bar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N17 | 0,783 | 1,82 | ø32 | Tubería-255 | 187,8 | 0,252 | 0,063 (Le) | 59 | 2,4398 |
| N18 | 0,663 | 2,55 | ø25 | Tubería-247 | 463,4 | 1,148 | 0,287 (Le) | 665 | 2,3747 |
| N34 | 0,592 | 2,27 | ø25 | Tubería-248 | 379,4 | 0,451 | 0,113 (Le) | 214 | 2,3537 |
| N46 | 0,549 | 2,11 | ø25 | Tubería-299 | 332,5 | 1,978 | 0,494 (Le) | 822 | 2,2732 |
| N57 | 0,549 | 2,11 | ø25 | Tubería-220 | 332,5 | 2,609 | 0,652 (Le) | 1.084 | 2,1669 |
| N58 | 0,400 | 2,39 | ø20 | Tubería-320 | 543,7 | 2,190 | 0,548 (Le) | 1.488 | 2,0211 |
| N59 | 0,200 | 1,19 | ø20 | Tubería-209 | 161,2 | 0,100 | 0,025 (Le) | 20 | 2,0191 |
| | | | | Diferencia alturas | - | -0,100 | - | -100 | 2,0289 |
| N64 | 0,200 | 1,19 | ø20 | Tubería-207 | 161,2 | 0,300 | 0,075 (Le) | 60 | 2,0230 |
| N65 | 0,200 | 1,19 | ø20 | Tubería-216 | 161,2 | 0,100 | 0,025 (Le) | 20 | 2,0210 |
| | | | | Diferencia alturas | - | 0,100 | - | 100 | 2,0112 |
| N66 | 0,200 | 1,19 | ø20 | Tubería-206 | 161,2 | 0,191 | 0,048 (Le) | 39 | 2,0075 |
| N67 | 0,200 | 1,19 | ø20 | Tubería-156 | 161,2 | 0,150 | 0,038 (Le) | 30 | 2,0045 |
| N68 | 0,200 | 1,19 | ø20 | Tubería-157 | 161,2 | 1,650 | 0,413 (Le) | 333 | 1,9719 |
| | | | | Diferencia alturas | - | -1,650 | - | -1.650 | 2,1336 |
| N69 | 0,200 | 1,19 | ø20 | Tubería-147 | 161,2 | 1,084 | 0,271 (Le) | 218 | 2,1122 |
| N70 | 0,200 | 1,19 | ø20 | Tubería-145 | 161,2 | 0,850 | 0,213 (Le) | 171 | 2,0954 |
| | | | | Diferencia alturas | - | -0,850 | - | -850 | 2,1787 |
| N253 | 0,200 | - | - | Hidromezclador-6 Ducha vestuario chicas | - | - | - | - | 2,1787 |

Por tanto para un correcto funcionamiento de la red en el punto de conexión del colegio es necesario contar:

Caudal de 1,5 l/s.

Presión de suministro 3,5 bar

**DIMENSIONADO DE LA RED DE RETORNO**

El caudal de agua que debe circular por el retorno se estima de modo que en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura sea como máximo de 3,0 °C.

La temperatura de utilización o de salida del acumulador de ACS se estima en 53,0 °C, por lo que en cualquier punto de la red de recirculación, la temperatura no puede descender de 50,0 °C.

El cálculo de los diámetros de la red de retorno se realiza teniendo en cuenta que la pérdida de carga lineal se mantenga próxima a 4,3 mmca/m.

| Referencia | Caudal nominal (l/s) | Presión nominal (bar) |
|---|---|---|
| Circulador ACS-1 | 0,050 | 0,0631 |

**DIMENSIONADO DEL ACUMULADOR**

Datos:

- En el caso que nos ocupa se ha diseñado 10 duchas y la del profesor, aun teniendo en cuenta que por cada clase solo se duchan 10 alumnos y que se utiliza el polideportivo en las 7 horas lectivas obtenemos una demanda teórica de 21x10x7=1470litros + 21 litros por profesor y suponiendo 3 profesores da un total diario de 1.533 litros diarios de ACS.

- Los grifos a instalar, (diE21G.5), son de un caudal de 8l/mim y temporizados a 30 segundos. Para el supuesto de duchas de aproximadamente 5 minutos, 9 pulsaciones, obtenemos un total de 36 litros coincidiendo con el valor de la demanda marcada en el CTE.
- Se considera como temperatura de red la de los meses más fríos 8ºC según tabla B.1 del DB HE4 del CTE.
- La temperatura de uso del agua en las ducha es como máximo 38ºC para evitar quemaduras.

Mediante la ecuación de conservación de la energía determinamos que para los valores marcados por el DB HE4 del CTE 21 litros a 60ºC obtenemos:

(21)*(60-8)=V38*(38-8) → V38= 36,4 litros.

Con los grifos que se instalaran y para una ducha de 5minutos (9 pulsaciones) se obtiene un volumen de agua de 36 litros pudiendo concluir que en cada ducha se gastan 36 litros de agua a 38ºC.

Por tanto la demanda por tanda de duchas será 10 duchas x 36 litros en 5 minutos lo que da un caudal de 80 l/mim 4800 l/h y un volumen total de 360 litros.

Si suponemos una acumulación de 500litros la potencia necesaria para un tiempo de recuperación inferior a 1 h será:

P(kal/h)= q(l/h)*(T1-T2) = 360 * (60-8)= 18.720 Kcal/h → 21,8 Kw

Siendo: P= potencia q= caudal y (T1-T2) el incremento de la temperatura del agua.

Teniendo en cuenta que la caldera elegida tiene una potencia de 65KW para un salto térmico de 80º-60º.

56030=(365/t)*(60-8) t= 0,34 horas que son aproximadamente 20 minutos.

**DIMENSIONADO DEL VASO DE EXPANSION DE ACS**

Se utiliza la siguientes formulas:

Vu = Va X Vn

Vt = Vu/N

Siendo:

Vu = Volumen de agua dilatada (l)

Va = Contenido del acumulador de ACS (l) 2.500 l

Vn = Volumen de expansión del agua (suponemos agua entrada 10ºC agua acumulada 70ºC

(1,02270l-1,00027l)=0,02243 l que representa un 2,2% del aumento de volumen

N = (Presión final Alta – Presión de la red Alta)/Presión final alta) ((6+1)-(3+1))/(6+1)=0,43

- Vu = 2.500 * 0,02243= 56,075 l
- Vt= 56,075/0,43= 130,4 l se elige un valor normalizado de 150l

**DIMENSIONADO DEL APORTE SOLAR**

Se trata de un gimnasio de un centro educativo de cara a la demanda solar se trata igual que un aula 30 personas.

Se establece una contribución mínima de energía solar térmica en función de la zona climática y de la demanda de ACS o de climatización de piscina del edificio.

| | HE4 2.2.1 | Contribución solar mínima |
|---|---|---|
| X | Contribución solar mínima anual para ACS % (Tabla 2.1 zona climática IV) | 50% |
| X | Pérdidas por orientación e inclinación del sistema generador | 0,2% |
| X | Orientación del sistema generador (+ Este, 0° Ecuador, - Oeste) | 0,0° |
| X | Inclinación del sistema generador (ángulo con la horizontal) | 45,0° |
| | Ocupación parcial de instalaciones de uso residencial turísticos, criterios de dimensionado | Demanda constante anual |

PROTECCIÓN CONTRA SOBRECALENTAMIENTOS

| | HE4 2.2.2 Protección contra sobrecalentamientos |
|---|---|
| | Medidas a adoptar en caso de que la contribución solar real sobrepase el 110% de la demanda energética en algún mes del año o en más de tres meses seguidos el 100% |
| X | a) dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos preferentemente pasivos o mediante la circulación nocturna del circuito primario). |
| | b) tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador). |
| | c) Vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares debiendo incluirse este trabajo en ese caso entre las labores del contrato de mantenimiento; |
| | d) desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes. |
| | e) sistemas de vaciado y llenado automático del campo de captadores. |

PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN, INCLINACIÓN Y SOMBRAS

| | HE4 2.2.3 Pérdidas por orientación, inclinación y sombras | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Pérdidas máximas por orientación e inclinación del sistema generador | Orientación e inclinación | Sombras | Total |
| X | General | 10% | 10% | 15% |
| | Superposición | 20% | 15% | 30% |
| | Integración arquitectónica | 40% | 20% | 50% |

VERIFICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA.

PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

| | HE4 3.1 Procedimiento de verificación |
|---|---|
| X | Obtención de la contribución solar mínima según apartado 2.2. |
| X | Diseño y dimensionado de la instalación. |
| X | Obtención de las pérdidas límite por orientación, inclinación y sombras del apartado 2.2.3. |
| X | Cumplimiento de la condiciones de mantenimiento del apartado 5. |

CÁLCULO DE LA DEMANDA

| | HE4 4.1 Cálculo de la demanda | | | |
|---|---|---|---|---|
| X | **Cálculo de la demanda de agua caliente sanitaria anual** | | | |
| | Criterio de demanda (por unidad a la temperatura referencia) | Nº unidades | Consumo unidad (l/día) | Consumo subtotal (Docente/día) |
| | Escuela con ducha (por alumno a 60,0 °C) | 70 | 21,00 | 1.470,00 |
| | Escuela con ducha (por alumno a 60,0 °C) | 3 | 21,00 | 63,00 |
| X | Temperatura elegida en el acumulador final | | | 60 °C |
| X | Cálculo de la demanda real total | | | 1272,60 l/día |

Para el caso de que se elija una temperatura en el acumulador final diferente de 60 ºC, se deberá alcanzar la contribución solar mínima correspondiente a la demanda obtenida con las demandas de referencia a 60 ºC. No obstante, la demanda a considerar a efectos de cálculo, según la temperatura elegida, será la que se obtenga a partir de la siguiente expresión

$$D(T) = \sum_{i}^{12} D_i(T)$$

$$D_i(T) = D_i(60°C) \times \left(\frac{60 - T_i}{T - T_i}\right)$$

Dónde

- *D(T): Demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida;*
- *$D_i$(T) Demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura T elegida;*
- *$D_i$(60ºC): Demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura de 60ºC;*
- *T: Temperatura del acumulador final;*
- *$T_i$: Temperatura media del agua fría en el mes.*

| X | Consumo mensual de ACS y demanda energética | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mes | Perfil consumo (%) | Consumo ACS (l/día a 60,0 °C) | Consumo ACS (l/mes a 60,0 °C) | Demanda neta ACS (kWh/mes) | Demanda bruta ACS (kWh/mes) |
| | Enero | 100,0 | 1.533,00 | 47.523,00 | 2.873,5 | 2.988,4 |
| | Febrero | 100,0 | 1.533,00 | 42.924,00 | 2.595,4 | 2.699,2 |
| | Marzo | 100,0 | 1.533,00 | 47.523,00 | 2.762,9 | 2.873,5 |
| | Abril | 100,0 | 1.533,00 | 45.990,00 | 2.566,9 | 2.669,5 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mayo | 100,0 | 1.533,00 | 47.523,00 | 2.541,9 | 2.643,6 |
| | Junio | 100,0 | 1.533,00 | 45.990,00 | 2.299,5 | 2.391,5 |
| | Julio | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 |
| | Agosto | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 |
| | Septiembre | 100,0 | 1.533,00 | 45.990,00 | 2.299,5 | 2.391,5 |
| | Octubre | 100,0 | 1.533,00 | 47.523,00 | 2.597,2 | 2.701,0 |
| | Noviembre | 100,0 | 1.533,00 | 45.990,00 | 2.673,8 | 2.780,8 |
| | Diciembre | 100,0 | 1.533,00 | 47.523,00 | 2.873,5 | 2.988,4 |
| | Total anual | - | - | 464.499 l | 26.084 kWh | 27.127 kWh |

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

| | **HE4 3.2 Justificación del cumplimiento de la exigencia** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| X | **Datos del emplazamiento** | | | | |
| | Zona climática (tabla 3.3) | Latitud | Longitud | Altitud sobre el nivel del mar | Temperatura mínima histórica |
| | IV | 40° 27' 0" Norte | 3° 32' 0" Oeste | 582,0 m | -10,5 °C |
| X | **Radiación Solar Global y temperaturas medias** | | | | |
| | Mes | | H (kWh/(m²·día)) | T media ambiente (°C) | T media agua red (°C) |
| | Enero | | 2,270000 | 6,2 | 8,0 |
| | Febrero | | 3,250000 | 7,4 | 8,0 |
| | Marzo | | 4,650000 | 9,9 | 10,0 |
| | Abril | | 5,750000 | 12,2 | 12,0 |
| | Mayo | | 6,600000 | 16,0 | 14,0 |
| | Junio | | 7,740000 | 20,7 | 17,0 |
| | Julio | | 8,040000 | 24,4 | 20,0 |
| | Agosto | | 7,000000 | 23,9 | 19,0 |
| | Septiembre | | 5,470000 | 20,5 | 17,0 |
| | Octubre | | 3,560000 | 14,7 | 13,0 |
| | Noviembre | | 2,430000 | 9,4 | 10,0 |
| | Diciembre | | 1,870000 | 6,4 | 8,0 |
| | Origen de datos:<br>Irradiación solar: “Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT”, publicado en el año 2012 por la Agencia Estatal de Meteorología.<br>Temperatura ambiente: Código Técnico de la Edificación, Documento de Apoyo DA-DB-HE/2. Norma UNE 94003:2007. Datos climáticos para el dimensionado de instalaciones solares térmicas.<br>Temperatura de agua fría: Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HE4: Contribución solar mínima, Apéndice B Temperatura media de agua fría. | | | | |

| | Contribución solar anual alcanzada (método cálculo f-Chart) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| X | | | | | | | |
| | Mes | Demanda media diaria ACS (kWh/día) | Demanda mensual ACS (kWh/mes) | Aporte Solar medio diario (kWh/día) | Aporte Solar mensual (kWh/mes) | Fracción Solar ACS (%) | Rendimiento medio (%) |
| | Enero | 96,4 | 2.988,4 | 39,8 | 1.235,2 | 41,3 | 47,2 |
| | Febrero | 96,4 | 2.699,2 | 48,6 | 1.360,4 | 50,4 | 48,7 |
| | Marzo | 92,7 | 2.873,5 | 55,8 | 1.728,7 | 60,2 | 48,1 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Abril | 89,0 | 2.669,5 | 57,8 | 1.734,7 | 65,0 | 47,1 |
| | Mayo | 85,3 | 2.643,6 | 58,1 | 1.799,7 | 68,1 | 46,6 |
| | Junio | 79,7 | 2.391,5 | 61,4 | 1.842,3 | 77,0 | 44,9 |
| | Julio | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | 0,0 |
| | Agosto | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | 0,0 |
| | Septiembre | 79,7 | 2.391,5 | 57,9 | 1.736,8 | 72,6 | 45,3 |
| | Octubre | 87,1 | 2.701,0 | 47,0 | 1.456,3 | 53,9 | 47,1 |
| | Noviembre | 92,7 | 2.780,8 | 39,8 | 1.193,8 | 42,9 | 46,8 |
| | Diciembre | 96,4 | 2.988,4 | 32,4 | 1.005,6 | 33,7 | 45,4 |
| | Media anual | 74,3 | 2.260,6 | 41,4 | 1.257,8 | 55,6 | 46,7 |

| | | |
|---|---|---|
| | Periodos de tiempo en los cuales puedan darse condiciones de sobrecalentamiento | |
| | Número de meses consecutivos en los que la contribución solar supera 100% | Ninguno |
| | Número de meses en los cuales puedan darse condiciones de sobrecalentamiento (solar > 110%) | Ninguno |
| | Número de meses en los que la fracción solar alcanza el 100% sin tener en cuenta aquellos en los que la demanda energética es inferior al 50% de la media anual | Ninguno |
| X | Medidas adoptadas para la protección de la instalación | Descritas en apartado 2.1 de este anejo |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación | | |
| X | Ángulo de acimut | α= 0,0° (+ Este, 0° Ecuador, - Oeste) | |
| X | Angulo de inclinación | β= 45,0° (0° horizontal) | |
| X | Latitud | Φ= 40° 27' 0" Norte | |
| X | Valor de inclinación máxima | 69,9° | |
| X | Valor de inclinación mínima | 32,6° | |
| X | Corrección de los límites de inclinación aceptables | | |
| X | Inclinación máxima | 69,3° | |
| X | Inclinación mínima | 32,1° | |

| | | |
|---|---|---|
| | Cálculo de pérdidas de radiación solar por sombras | |
| X | Porcentaje de radiación solar perdida por sombras | 7,67% |
| | Para obtener el valor de las pérdidas por sombras se utiliza un método analítico basado en el trazado de rayos. Este método consiste en determinar el porcentaje de la radiación solar que no alcanza la superficie de los captadores debido a los obstáculos, respecto de la que incidiría de no existir sombra, repitiendo el proceso para cada hora de un día representativo de cada mes. La superficie de cada captador solar se divide en 100 elementos rectangulares iguales y se comprueba geométricamente si el rayo trazado desde el centro de cada rectángulo hasta la posición solar, corta el volumen ocupado por alguno de los obstáculos o con alguno de los restantes captadores solares. En caso de que un obstáculo se interponga en el camino del rayo, se considera que todo el rectángulo está en sombra, y se contabilizan las pérdidas correspondientes a la energía que no se recibe, teniendo en cuenta que esta energía es diferente dependiendo de la hora solar. Es decir, la sombra producida al medio día provoca más pérdidas que la misma extensión de sombra producida a primera o última hora del día. | |

## CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA

## SISTEMAS DE CAPTACIÓN

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Sistemas de captación | |
| X | | Captador solar | ESTANDAR CAPTADOR SOLAR V 2 m2 |
| | | | Área de captación 2,0 m² |
| | | | Caudal de ensayo 0,0 l/s |
| | | | Presión máxima de trabajo 7,0 bar |
| | | | Curva de rendimiento r = 0,7700 - 4,700·Te |
| | | Número total de captadores | 12 |
| | | Área total de captación | 24,0 m² |
| X | | El captador seleccionado posee la certificación emitida por el organismo competente en la materia según lo regulado en el RD 891/1980 de 14 de Abril, sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de Julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares, o la certificación o condiciones que considere la reglamentación que lo sustituya. | |
| X | | Los captadores que integran la instalación son del mismo modelo. | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Conexionado | | | | | | |
| | | La instalación se ha proyectado de manera que los captadores se dispongan en filas constituidas por el mismo número de elementos. | | | | | | |
| | | Conexión de las filas de captadores | En serie | | En paralelo | X | En serie paralelo | |
| | | Instalación de válvulas de cierre en las baterías de captadores | Entrada | X | Salida | X | Entre bombas | X |
| | | X | Instalación de válvula de seguridad | | | | | |
| | | Tipo de retorno | Invertido | X | Válvulas de equilibrado | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Estructura de soporte | |
| | | Cumplimiento de las exigencias del CTE de aplicación en cuanto a seguridad: | |
| X | | Previsiones de cálculo y construcción para evitar transferencias de cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico por dilataciones térmicas. | |
| X | | Estructura portante | Estructura metálica por cada batería de captadores |
| X | | Sistema de fijación de captadores | Suministrado por el fabricante |
| X | | Flexión máxima del captador | Permitida por el fabricante |
| | | Número de puntos de sujeción de captadores | 6 |
| | | Área de apoyo | 1,4 m² por captador |
| | | Posición de los puntos de apoyo | Distribuidos |
| X | | Se ha previsto que los topes de sujeción de los captadores y la propia estructura no arrojen sombra sobre los captadores | |
| | | Instalación integrada en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, la estructura y la estanqueidad entre captadores se ajustará a las exigencias indicadas en la parte correspondiente del Código Técnico de la Edificación y demás normativa de aplicación. | |

## SISTEMA DE ACUMULACIÓN SOLAR

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Sistema de acumulación solar | | | | | | |
| X | | Volumen del depósito de acumulación solar | | | | | 1500,0 l | |
| | | Justificación del volumen del depósito de acumulación solar (Considerando que el diseño de la instalación solar térmica debe tener en cuenta que la demanda no es simultánea con la generación).<br>A: Suma de las áreas de los captadores ($m^2$)<br>V: Volumen del depósito de acumulación solar (litros) | | | | | FÓRMULA<br>50 < V/A < 180<br>RESULTADO<br>50 < 62,5 < 180 | |
| X | | Nº de depósitos del sistema de acumulación solar | | | | | 1 | |
| | | Configuración del depósito de acumulación solar | | Vertical | X | Horizontal | | |
| | | Zona de ubicación | | Exterior | X | Interior | | |
| | | Fraccionamiento del volumen de acumulación en depósitos: nº de depósitos | | | | | No procede | |
| | | Disposición de los depósitos en el ciclo de consumo | | En serie invertida | | En paralelo, con los circuitos primarios y secundarios equilibrados | | |
| | | Prevención de la legionelosis: De acuerdo al anexo Nº 3 del Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. | | | | | | |
| | | Nivel térmico necesario mediante el no uso de la instalación (instalaciones prefabricadas) | | | | | | |
| X | | Conexionado puntual entre el sistema auxiliar y el acumulador solar, de forma que se pueda calentar éste último con el auxiliar (resto de instalaciones) | | | | | | |
| X | | Instalación de termómetro | | | | | | |
| | | Corte de flujos al exterior del depósito no intencionados en caso de daños del sistema (en el caso de volumen mayor de 2 $m^3$) | | Válvulas de corte | | Otro sistema (Especificar) | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Situación de las conexiones | |
| X | | Depósitos verticales | |
| | | Altura de la conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al intercambiador | 2/3 altura depósito |
| | | La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de éste | |
| | | La conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red se realizarán por la parte inferior | |
| | | La extracción de agua caliente del acumulador se realizará por la parte superior | |
| | | Depósitos horizontales: las tomas de agua caliente y fría estarán situadas en extremos diagonalmente opuestos. | |
| X | | Desconexión individual de los acumuladores sin interrumpir el funcionamiento de la instalación | |

## SISTEMA DE INTERCAMBIO

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Sistema de intercambio | |
| | | Intercambiador independiente: la potencia P se determina para las condiciones de trabajo en las horas centrales suponiendo una radiación solar de 1.000 w/m2 y un rendimiento de la conversión de energía solar del 50% | Fórmula P ≥ 500 *A |
| | | | P =<br>Resultado= ≥ 500 *A |

| | | | |
|---|---|---|---|
| X | | Intercambiador incorporado al acumulador: relación entre superficie útil de intercambio (SUi) y la superficie total de captación (A) | $SU_i \geq 0,15 * A$<br>Resultado= 4,2 ≥ 3,6 |
| X | | Instalación de válvula de cierre en cada una de las tuberías de entrada y salida de agua del intercambiador de calor | |

CIRCUITO HIDRÁULICO

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Circuito hidráulico | |
| | | Equilibrio del circuito hidráulico | |
| X | | Se ha concebido un circuito hidráulico equilibrado en sí mismo | |
| | | Se ha dispuesto un control de flujo mediante válvulas de equilibrado | |
| | | Caudal del fluido portador | |
| X | | El caudal del fluido portador se ha determinado de acuerdo con las especificaciones del fabricante como consecuencia del diseño de su producto. En su defecto, valor estará comprendido entre 1,2l/s y 2 l/s por cada 100 m² de red de captadores | **1,50 (l/s)**<br>Se cumple que 1,2 ≤ Valor ≤ 2,0<br>c/ 100 $m^2$ de red de captadores |
| | | Captadores conectados en serie | Valor / nº de captadores<br>No procede |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Tuberías | |
| X | | El sistema de tuberías y sus materiales se ha proyectado de manera que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal para las condiciones de trabajo. | |
| X | | Con objeto de evitar pérdidas térmicas, se ha tenido en cuenta que la longitud de tuberías del sistema sea lo más corta posible, y se ha evitado al máximo los codos y pérdidas de carga en general. | |
| X | | Pendiente mínima de los tramos horizontales en el sentido de la circulación | 1% |
| | | Material de revestimiento para el aislamiento de las tuberías de intemperie con el objeto de proporcionar una protección externa que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas | |
| X | | Pérdidas térmicas totales | 0,604 kW (5,03%) |
| | | **Tipo de material** | **Descripción del producto** |
| | | Pintura asfáltica | |
| | | Poliéster reforzado con fibra de vidrio | |
| X | | Pintura acrílica | |
| | | Chapa de aluminio brillante | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Bombas | | | |
| X | | Circuito primario. Caída máxima de presión | 0,3953 bar | Caudal nominal | 0,360 l/s |
| X | | Se ha diseñado el circuito de manera que las bombas en línea se monten en las zonas más frías del mismo, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal. | | | |
| | | Instalaciones superiores a 50 $m^2$ de superficie: se han instalado dos bombas idénticas en paralelo, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario, previéndose el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática. | | | |
| | | Piscinas cubiertas: Disposición de elementos | Colocación del filtro | Entre la bomba y los captadores. | |
| | | | Sentido de la corriente | bomba-filtro-captadores | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Impulsión del agua caliente | Por la parte inferior de la piscina. |
| | | | Impulsión de agua filtrada | En superficie |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Vasos de expansión | |
| X | | Se ha previsto su conexión en la impulsión de la bomba para permitir un vaciado rápido de la instalación en caso de estancamiento | |
| X | | Vasos de expansión cerrado con membrana. Capacidad total | 200,00 l |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Purga de aire | |
| | | En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. | |
| X | | Volumen útil del botellín | Valor > 100 $cm^3$ |
| | | Volumen útil del botellín si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático. | |
| X | | Por utilizar purgadores automáticos, adicionalmente, se colocarán los dispositivos necesarios para la purga manual. | |

| | | |
|---|---|---|
| | | Drenajes |
| | | Los conductos de drenaje de las baterías de captadores se diseñarán en lo posible de forma que no puedan congelarse. |

SISTEMA DE ENERGÍA CONVENCIONAL AUXILIAR

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Sistema de energía convencional auxiliar | |
| X | | Se ha dispuesto de un Sistema convencional auxiliar para asegurar el abastecimiento de la demanda térmica. | |
| X | | El sistema convencional auxiliar se ha diseñado para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación. | |
| X | | Sistema de aporte de energía convencional auxiliar con acumulación o en línea: dispone de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales de funcionamiento permitirá cumplir con la legislación vigente en cada momento referente a la prevención y control de la legionelosis. | Normativa de aplicación: Real Decreto 865/2003 |
| | | Sistema de energía convencional auxiliar sin acumulación, es decir es una fuente instantánea: El equipo es modulante, es decir, capaz de regular su potencia de forma que se obtenga la temperatura de manera permanente con independencia de cuál sea la temperatura del agua de entrada al citado equipo. | |
| | | Climatización de piscinas: para el control de la temperatura del agua se dispone de una sonda de temperatura en el retorno de agua al intercambiador de calor y un termostato de seguridad dotado de rearme manual en la impulsión que enclave el sistema de generación de calor. a temperatura de tarado del termostato de seguridad será, como máximo, 10 ºC mayor que la temperatura máxima de impulsión. | Temperatura máxima de impulsión |
| | | | Temperatura de tarado |

SISTEMA DE CONTROL Y MEDIDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Sistema de Control | |
| X | | Tipos de sistema | |
| X | | De circulación forzada, supone un control de funcionamiento normal de las bombas del circuito de tipo diferencial. | |
| X | | Con depósito de acumulación solar: el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito deberá actuar en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de los captadores y la del depósito de acumulación. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 ºC y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 ºC. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor que 2 ºC. | |
| X | | Colocación de las sondas de temperatura para el control diferencial | en la parte superior de los captadores |
| X | | Colocación del sensor de temperatura de la acumulación. | en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador |
| X | | Temperatura máxima a la que debe estar ajustado el sistema de control(de manera que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.) | 60°C |
| X | | Temperatura mínima a la que debe ajustarse el sistema de control (de manera que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a la de congelación del fluido). | 4°C |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Sistemas de medida | |
| | | Además de los aparatos de medida de presión y temperatura que permitan la correcta operación, para el caso de instalaciones mayores de 20 m2 se deberá disponer al menos de un sistema analógico de medida local y registro de datos que indique como mínimo las siguientes variables: | |
| X | | Temperatura de entrada agua fría de red | |
| X | | Temperatura de salida acumulador solar | |
| X | | Caudal de agua fría de red | |

FICHAS TÉCNICAS

| BOMBA | PROYECTO | PRUEBA |
|---|---|---|
| Identificación del circuito | **Circuito primario** | |
| Marca | | |
| Modelo | | |
| Marcado CE | - | |
| Material rodete | - | |
| Material carcasa | - | |
| Diámetro boca de aspiración (mm) | 0,00 | |
| Diámetro boca de descarga (mm) | 0,00 | |
| Fluido | Agua con anticongelante al 30% | |
| Caudal (l/s) | 0,360 | |
| Altura manométrica (bar) | 0,3953 | |
| Altura a caudal nulo (bar) | 0,0000 | |
| Diámetro de rodete (mm) | - | |
| Rendimiento hidráulico (%) | - | |
| Potencia absorbida al eje (kW) | 0,025 | |

| | | |
|---|---|---|
| Presión de prueba (relativa) (bar) | - | |
| Presión de trabajo (relativa) (bar) | - | |
| NPSH (mmca) | - | |
| **MOTOR** | **-** | |
| Marca y modelo | / | |
| Polos | - | |
| Velocidad de giro (rpm) | 0 | |
| Número de fases | | |
| Tensión (V) | | |
| Consumo (A) | 0,0 | |
| Cosfi | - | |
| Rendimiento del motor (%) | 77,4 | |
| Potencia (kW) | 0,025 | |
| Variador de frecuencia | Sin regulación | |
| Protección térmica interna | - | |
| Taradura de relé térmico (A) | - | |
| Cableado (mm) | - | |
| Tipo de arranque | - | |

| **SISTEMA DE ALIMENTACIÓN, EXPANSIÓN Y SEGURIDAD** | **PROYECTO** | **PRUEBA** |
|---|---|---|
| Identificación | **Vaso de expansión-1** | |
| Marca | - | |
| Modelo | - | |
| Marcado CE | - | |
| Material de membrana recambiable | - | |
| Material de carcasa | - | |
| Volumen de expansión (l) | - | |
| Volumen total (l) | 200,00 | |
| Diámetro (mm) | - | |
| Altura (mm) | - | |
| Diámetro conexión (mm) | 25,00 | |
| Presión relativa de prueba (bar) | 1,5000 | |
| Presión relativa máxima de trabajo (bar) | 5,0001 | |
| Volumen total circuito hidráulico (l) | 90,52 | |
| Temperatura máxima (°C) | 200,0 | |
| Coeficiente de expansión | 0,135 | |
| Coeficiente de presión | 2,140 | |
| Volumen total mínimo (l) | 200,00 | |
| Diámetro alimentación (mm) | 20,00 | |
| Diámetro vaciado (mm) | 25,00 | |

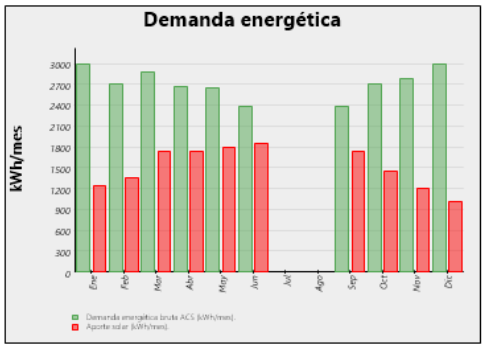
El resumen de resultados se expresa a continuación

**Circuito primario**

- Superficie total de captación = 24,0 m²
- Potencia térmica = 12,000 kW (RITE 16,800 kW)
- Caudal nominal del circuito = 0,360 l/s
- Presión nominal del circuito = 0,3953 bar
- Volumen total de agua = 90,52 l
- Pérdidas térmicas en las tuberías = 0,604 kW (5,03%)

Parámetros medios mensuales para -Madrid (Barajas) NPA-

- Superficie total de captación = 24,0 m²
- Volumen total de acumulación = 1.000,00 l
- Demanda anual neta = 26.083,9 kWh
- Demanda anual bruta = 27.127,2 kWh
- Aporte solar = 15.808,5 kWh
- Pérdidas por sombras: 9,4%
- Pérdidas por orientación e inclinación: 0,25%
- Contribución solar anual ( f-Chart ): 58,3%




## IF5. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS A INCORPORAR

La distribución interior se realizará como ya se ha indicado en materiales plásticos, que tienen como ventaja la menor sedimentación, la no producción de pares galvanices, el bajo peso y el costo más reducido frente a los materiales metálicos, el mayor inconveniente es que se produce un envejecimiento prematuro debido al funcionamiento a alta temperatura y presión.

## IF6. EJECUCIÓN, PRUEBAS Y CONTROLES

Las condiciones de calidad en la ejecución de las instalaciones hidro-sanitarias quedan garantizadas mediante:

- Mediante las características exigibles a los productos a incorporar.
- Mediante las características exigibles a las unidades de obra que quedan reflejadas en el pliego de condiciones.
- Mediante la realización de las instalaciones, por una empresa autorizada, bajo la supervisión, del director de ejecución, que conforme al Art. 13 de la LOE apartado c) comprobará la correcta ejecución de las instalaciones.

Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento, tales como elementos de medida, control, protección y maniobra, así como válvulas, compuertas, unidades terminales, que deban quedar ocultos, se situarán en espacios que permitan la accesibilidad.

Se aconseja situar las tuberías en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de su recorrido para facilitar la inspección de las mismas y de sus accesorios.

Todos los elementos y accesorios que integran las instalaciones serán objeto de las pruebas reglamentarias. Antes de proceder al empotramiento de las tuberías, las Empresas instaladoras están obligadas a efectuar Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad. Dicha prueba se efectuará con presión hidráulica. Serán objeto de esta prueba todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación.

Las pruebas a realizar serán las indicadas en el apartado 5.2 del DB HS4 del CTE. El resultado de estas pruebas quedará reflejado en un Acta de pruebas.

**Verificación del cumplimiento del DB HS4**

| **Tabla de verificación del cumplimiento del DB HS 4 del CTE en la fase de proyecto** | **Verificación** | | | **Método de Verificación** |
|---|---|---|---|---|
| | **SI** | **NO** | **n/p** | |
| **Cumplimiento de las condiciones de diseño del apartado 3** | ☒ | ☐ | ☐ | Mediante el apartado 5.1 |
| **Cumplimiento de las condiciones de dimensionado del apartado 3** | ☒ | ☐ | ☐ | Mediante el apartado 5.2 |
| **Cumplimiento de las condiciones de ejecución del apartado 4** | ☐ | ☐ | ☒ | En la fase de proyecto solo se indica la manera de ejecutar, las unidades de obra. |
| **Cumplimiento de las condiciones de los productos de construcción del apartado 6** | ☐ | ☐ | ☒ | En la fase de proyecto solo se indica las características de los productos a incorporar. |
| **Cumplimiento de las condiciones de uso y mantenimiento del apartado 7** | ☐ | ☐ | ☒ | En la fase de proyecto solo se indica las tareas de mantenimiento a realizar. |

La total verificación del cumplimiento del DB HS4 se llevará a cabo, mediante la verificación de:

- Haberse cumplido durante la ejecución el diseño proyectado.
- Haberse respetado en la ejecución el dimensionado proyectado.
- El verificado durante la ejecución de la instalación las condiciones de ejecución del apartado 4 del DB HS4 del CTE.
- El verificado durante la ejecución de la instalación de las condiciones de los productos de construcción del apartado 6 del DB HS4 del CTE.
- Mediante el correcto uso y la realización de las tareas de mantenimiento indicadas en el apartado 7 del DB HS4 del CTE.

Los aspectos verificados quedarán reflejados en el final de obra, acta de pruebas, registro de la instalación, certificados y revisiones periódicas según corresponda. Se deberán adjuntar tablas para la verificación en obra del cumplimiento de:

Apartado diseño de la sección HS 4 del HS del CTE.

Apartado Ejecución de la sección HS 4 del HS del CTE.

# IR. INSTALACIÓN DE RIEGO

## IR1. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

Se parte de la consideración de un tipo de suelo franco, ni arcilloso ni arenoso, y una plantación de árboles en alcorque.

El agua para proceder al riego, proviene del aporte pluvial y AFCH. La distribución del riego se realiza mediante tubería de polietileno, y el riego se realiza a través de goteros.

## IR2. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

Partiendo de un ETP (evaporación potencial para plantación), de 155mm l/mes valor del mes (Julio), que equivalen a 5 l/m2 día, obtenemos un valor de 5x0,7= 3,5 l/m2 día que aplicando un coeficiente de 1,20 (por riego localizado) obtenemos 4,33/1,2= 2,91 l/m2 día.

Utilizando la tabla de Karmeli y Keler se elige una separación de los goteros y de las líneas, para formar una retícula de entre 1m2 y un 1,5 m2 para goteros de 3,5-4l/h. Con lo que se obtiene unas necesidades de agua de:

Zona 1 → alimentada desde arqueta nº 1, 70m = 70 goteros x 3,5 l/h = 245 l/h = 0,07 l/s.

Zona 2 → alimentada desde arqueta nº 2, 70m = 70 goteros x 3,5 l/h = 245 l/h = 0,07 l/s.

Zona 3 → alimentada desde arqueta nº 3, 114m = 114 goteros x 3,5l/h = 399 l/h = 0,11 l/s

## IR3. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS A INCORPORAR

Gotero estándar, para pinchar por sistema blister.

Tubo de goteo de diámetro 16 mm, color marrón, para realizar la distribución de toda la instalación de riego por goteo, flexible y resistente a la degradación solar.

Distribución PE 40 1 Mpa DN 20.

## IR4. EJECUCIÓN, PRUEBAS Y CONTROLES

Una vez conocido el caudal real de consumo del edificio mediante el estudio individualizado de cada uno de los suministros, se estima que el caudal total instalado será de 11,180 l/s, siendo el máximo consumo previsible de 2,565 l/s.

Las condiciones de calidad en la ejecución quedan garantizadas:

- Mediante las características exigibles a los productos a incorporar.
- Mediante las características exigibles a las unidades de obra que quedan reflejadas en el pliego de condiciones.
- Mediante la realización de las obras, por personal cualificado, bajo la supervisión, del director de ejecución de la obra.

El director de ejecución de la obra, podrá ordenar la realización de ensayos y pruebas que considere necesarias para verificar una correcta ejecución, o la idoneidad de los materiales.

Con el propósito de prevenir que los emisores se tapen, ya que los sólidos suspendidos, la precipitación de magnesio y calcio, los óxidos y el sulfuro de manganeso-hierro, las algas, las bacterias y las raíces de las plantas pueden tapar los emisores. El personal encargado del riego creará un programa de mantenimiento que incluya:

Limpiar los filtros.

Lavar las líneas.

Agregar cloro e inyectar ácidos.

Reemplazar las partes dañadas.

# IS. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

## IS1. REQUISITOS DE DISEÑO

El edificio contará con las instalaciones de evacuación de aguas derivadas de la aplicación de la sección HS5 del DB HS del CTE, estas instalaciones cumplirán en su diseño, dimensionado, características de los productos a incorporar, modo de ejecución, pruebas, controles, conservación y mantenimiento, la sección HS 5 del DB HS del CTE.

## IS2. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

En el presente apartado se enumeran las posibles alternativas planteadas por el autor, en lo referente al diseño, dimensionado, materiales y ejecución. En el siguiente apartado se justificará la solución elegida y se describirán el restos de aspectos donde no existe posibilidad de elección debido a las normativas, el buen hacer en construcción o a los requisitos de diseño.

## IS3. DISEÑO

El edificio dispondrá de una instalación de saneamiento compuesta de:

- Bajantes de pluviales hasta arquetas.
- Red de pequeña evacuación, colectores de planta.
- Red enterrada.
- Acometidas a Red General de saneamiento.

## IS4. DIMENSIONADO

### CAUDALES DE DESCARGA POR UNIDAD

Una unidad de desagüe, corresponde a 0.47 litros / segundo, y de esta forma se consigue ver fácilmente el peso que cada aparato tiene sobre la instalación de evacuación.(Tabla 4.1 y tabla 4.2 del DB HS5 del CTE).

| Tipo de aparato sanitario | | Unidades de desagüe UD | | Diámetro mínimo sifón y derivación individual [mm] | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Uso privado | Uso público | Uso privado | Uso público |
| | Lavabo | 1 | 2 | 32 | 40 |
| Inodoros | Con cisterna | 4 | 5 | 100 | 100 |
| | Con fluxómetro | 8 | 10 | 100 | 100 |
| Urinario | Pedestal | - | 4 | - | 50 |
| | Suspendido | - | 2 | - | 40 |
| | En batería | - | 3.5 | - | - |
| Fregadero | De cocina | 3 | 6 | 40 | 50 |
| | De laboratorio, restaurante, etc. | - | 2 | - | 40 |
| | Lavadero | 3 | - | 40 | - |
| | Vertedero | - | 8 | - | 100 |
| | Fuente para beber | - | 0.5 | - | 25 |
| | Sumidero sifónico | 1 | 3 | 40 | 50 |
| | Lavavajillas | 3 | 6 | 40 | 50 |

Para los desagües de tipo continuo o semicontinuo, tales como los de los equipos de climatización, las bandejas de condensación, etc., debe tomarse 1 UD para 0,03 dm3/s de caudal estimado.

Los diámetros indicados en la tabla, se consideran válidos para ramales individuales cuya longitud sea igual a 1,5 m. Para ramales mayores debe efectuarse un cálculo pormenorizado, en función de la longitud, la pendiente y el caudal a evacuar.

Para el cálculo de las UDs de aparatos sanitarios o equipos que no estén incluidos en la tabla, pueden utilizarse los valores que se indican en la tabla, en función del diámetro del tubo de desagüe:

| Diámetro del desagüe, mm | Número de UDs |
|---|---|
| 32 | 1 |
| 40 | 2 |
| 50 | 3 |
| 60 | 4 |
| 80 | 5 |
| 100 | 6 |

**DERIVACIONES FECALES**

Los diámetros de las derivaciones son función del uso a que esté destinado el edificio, y al número de unidades de descarga según los distintos tipos de aparatos. (tabla 4.3 del DB HS5 del CTE).

| | Máximo número de UDs | | |
|---|---|---|---|
| | Pendiente | | |
| Diámetro mm | 1 % | 2 % | 4 % |
| 32 | - | 1 | 1 |
| 40 | - | 2 | 3 |
| 50 | - | 6 | 8 |
| 63 | - | 11 | 14 |
| 75 | - | 21 | 28 |
| 90 | 47 | 60 | 75 |
| 110 | 123 | 151 | 181 |
| 125 | 180 | 234 | 280 |
| 160 | 438 | 582 | 800 |
| 200 | 870 | 1.150 | 1.680 |

**BAJANTES FECALES**

Para obtener el diámetro se sumarán las unidades de descarga de todos los aparatos que vierten a la bajante.(tabla 4.4 del DB HS5 del CTE).

| Diámetro, mm | Máximo número de UDs, para una altura de bajante de: | | Máximo número de UDs, en cada ramal para una altura de bajante de: | |
|---|---|---|---|---|
| | Hasta 3 plantas | Más de 3 plantas | Hasta 3 plantas | Más de 3 plantas |
| 50 | 10 | 25 | 6 | 6 |
| 63 | 19 | 38 | 11 | 9 |
| 75 | 27 | 53 | 21 | 13 |
| 90 | 135 | 280 | 70 | 53 |
| 110 | 360 | 740 | 181 | 134 |
| 125 | 540 | 1.100 | 280 | 200 |
| 160 | 1.208 | 2.240 | 1.120 | 400 |
| 200 | 2.200 | 3.600 | 1.680 | 600 |
| 250 | 3.800 | 5.600 | 2.500 | 1.000 |
| 315 | 6.000 | 9.240 | 4.320 | 1.650 |

**COLECTORES FECALES**

Para obtener el diámetro se sumarán las unidades de descarga de las bajantes de que vayan incorporándose al colector.(tabla 4.5 del DB HS5 del CTE).

| Diámetro mm | Máximo número de UDs | | |
|---|---|---|---|
| | Pendiente | | |
| | 1 % | 2 % | 4 % |
| 50 | - | 20 | 25 |
| 63 | - | 24 | 29 |
| 75 | - | 38 | 57 |
| 90 | 96 | 130 | 160 |
| 110 | 264 | 321 | 382 |
| 125 | 390 | 480 | 580 |
| 160 | 880 | 1.056 | 1.300 |
| 200 | 1.600 | 1.920 | 2.300 |
| 250 | 2.900 | 3.500 | 4.200 |
| 315 | 5.710 | 6.920 | 8.290 |
| 350 | 8.300 | 10.000 | 12.000 |

**CAUDALES DE DESCARGA POR ÁREA**

Situación: Loeches (Madrid)

Edificio de uso público

Intensidad de lluvia: 90.00 mm/h (Zona A, isoyeta 30).

Para un régimen con intensidad pluviométrica diferente de 100 mm/h, debe aplicarse un factor f de corrección a la superficie servida tal que:

f = i / 100

siendo

i la intensidad pluviométrica que se quiere considerar.

**SUMIDEROS**

El número mínimo de sumideros que deben disponerse, según la tabla 4.6, del DB HS5 del CTE.

| Superficie de cubierta en proyección horizontal (m2) | Número de sumideros |
|---|---|
| S < 100 | 2 |
| 100≤S < 200 | 3 |
| 200 ≤S < 500 | 4 |
| S > 500 | 1 cada 150 m2 |

**CANALONES**

El diámetro nominal del canalón de evacuación de aguas pluviales de sección semicircular para una intensidad pluviométrica de100 mm/h, se obtiene de la tabla 4.7 del HS5 del CTE, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

| Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m2) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Pendiente del canalón | | | | |
| 0,5% | 1% | 2% | 4% | Diámetro nominal del canalón (mm) |
| 35 | 45 | 65 | 95 | 100 |
| 60 | 80 | 115 | 165 | 125 |
| 90 | 125 | 175 | 255 | 150 |
| 185 | 260 | 370 | 520 | 200 |
| 335 | 475 | 670 | 930 | 250 |

**RAMALES DE PLUVIALES**

El área de la superficie de paso del elemento filtrante de una caldereta debe estar comprendida entre 1,5 y 2 veces la sección recta de la tubería a la que se conecta.

**BAJANTES DE PLUVIALES**

El diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales (tabla 4.8 CTE HE5).

| Superficie en proyección horizontal servida (m2) | Diámetro nominal de la bajante(mm) |
|---|---|
| 65 | 50 |
| 113 | 63 |
| 177 | 75 |
| 318 | 90 |
| 580 | 110 |
| 805 | 125 |
| 1.544 | 160 |
| 2.700 | 200 |

Para un régimen con intensidad pluviométrica diferente de 100 mm/h, debe aplicarse un factor f de corrección a la superficie servida tal que:

$f = i / 100$

siendo

i la intensidad pluviométrica que se quiere considerar.

**COLECTORES DE PLUVIALES**

Para obtener el diámetro se sumarán las unidades de descarga de las bajantes de que vayan incorporándose al colector.(tabla 4.5 del CTE HS5)

| Superficie proyectada en (m2) | | | Diámetro nominal del colector en (mm) |
|---|---|---|---|
| Pendiente del colector | | | |
| 1 % | 2 % | 4 % | |
| 125 | 178 | 253 | 90 |
| 229 | 323 | 458 | 110 |
| 310 | 440 | 620 | 125 |
| 614 | 862 | 1.228 | 160 |
| 1.070 | 1.510 | 2.140 | 200 |
| 1.920 | 2.710 | 3.850 | 250 |
| 2.016 | 4.589 | 6.500 | 315 |

Para un régimen con intensidad pluviométrica diferente de 100 mm/h, debe aplicarse un factor f de corrección a la superficie servida tal que:

f = i / 100

siendo

i la intensidad pluviométrica que se quiere considerar.

**COLECTORES MIXTOS**

El sistema de evacuación de aguas residuales en todo el edificio es separativo.

Para dimensionar los colectores de tipo mixto deben transformarse las unidades de desagüe correspondientes a las aguas residuales en superficies equivalentes de recogida de aguas, y sumarse a las correspondientes a las aguas pluviales. El diámetro de los colectores se obtiene en la tabla colectores de pluviales en función de su pendiente y de la superficie así obtenida.

La transformación de las UD en superficie equivalente para un régimen pluviométrico de 100 mm/h. se efectúa con el siguiente criterio:

- Para un número de UD menor o igual que 250 la superficie equivalente es de 90 m2;
- para un número de UD mayor que 250 la superficie equivalente es de 0,36 x nº UD m2.
- Si el régimen pluviométrico es diferente, deben multiplicarse los valores de las superficies equivalentes por el factor f de corrección indicado.

Para obtener el diámetro se sumarán las unidades de descarga de todos los aparatos que vierten a la bajante.

**ARQUETAS**

Las dimensiones de las arquetas se determinan en función del diámetro del colector de salida de éstas, pudiendo acometer sólo un colector a cada lado.

| Diámetro del colector de salida (mm) | Dimensiones internas de la arqueta |
|---|---|
| 100 | 40x40 |
| 150 | 50x50 |
| 200 | 60x60 |
| 250 | 60x70 |
| 300 | 70x70 |
| 350 | 70x80 |
| 400 | 80x80 |

**POZOS**

Tendrán un diámetro mínimo de 90 cm y dispondrá de unos pates de bajada hasta el fondo separados 30 cm, así como tapa registrable que permita el paso de un hombre (60 cm de diámetro) para limpieza del mismo.

**DRENAJE**

El drenaje de las zonas ajardinadas se calcula según el manual de Uralita “Soluciones y tuberías de drenaje adecuadas”, el procedimiento es el siguiente:

Datos:

H= superficie a drenar en hectáreas

I=Intensidad de lluvia 90 mm

R factor de permeabilidad del terreno, teniendo encuesta el tipo de uso y la pendiente, según tabla de este manual se considera 1

Formulación:

Ql= 0,13 x I x R x H

A partir de este caudal y entrando en las tablas de este manual obtenemos que sería suficiente con un tubo de drenaje de 110 mm con una pendiente de 2 %.

## IS5. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS A INCORPORAR

Canalizaciones:

- Tuberías de PVC empotrado visto según normas UNE EN 1329-1:1999,
- Tuberías de PVC enterrado UNE-EN 401

Sumideros:

- UNE EN 1253

Aparatos sanitarios:

- Aparatos sanitarios cerámicas UNE 67001/1M:1999, UNE 67001:1988.
- Bañeras para uso doméstico UNE 67300:1995 EX.

- Bañeras de hidromasaje UNE 67301:1995 EX, UNE-EN 60335-1/A11:1997, UNE EN 60335-1/A12:1997, UNE EN 60335-1/AU3:1999, UNE-EN 603351/A14:1999, UNE-EN 60335-1/A1:1997, UNE-EN 60335-1:1997, UNE EN 60335-2-60:1999.
- UNE-EN 13310:2003 Fregaderos de cocina. Requisitos funcionales y métodos de ensayo.
- UNE-EN 695:2006 Fregaderos de cocina. Cotas de conexión
- Otros elementos de la instalación:
- UNE EN 131 Patees para pozos de registro enterrados

## IS6. EJECUCIÓN, PRUEBAS Y CONTROLES

El Cumplimiento de las condiciones de ejecución del apartado 5, DB HS5 del CTE, queda garantizado mediante la ejecución con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de ejecución de la obra.

Será función del director de ejecución de la obra conforme al Art. 13 de la LOE apartado c) dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra. En concreto para la instalación de Saneamiento el Director de ejecución de la obra verificará el cumplimiento de las condiciones de ejecución del apartado 5 del DB HS5 del CTE.

### PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD PARCIAL

- Se realizarán pruebas de estanqueidad parcial descargando cada aparato aislado o simultáneamente, verificando los tiempos de desagüe, los fenómenos de sifonado que se produzcan en el propio aparato o en los demás conectados a la red, ruidos en desagües y tuberías y comprobación de cierres hidráulicos.
- No se admitirá que quede en el sifón de un aparato una altura de cierre hidráulico inferior a 25 mm.
- Las pruebas de vaciado se realizarán abriendo los grifos de los aparatos, con los caudales mínimos considerados para cada uno de ellos y con la válvula de desagüe así mismo abierta; no se acumulará agua en el aparato en el tiempo mínimo de 1 minuto.
- En la red horizontal se probará cada tramo de tubería, para garantizar su estanqueidad introduciendo agua a presión (entre 0,3 y 0,6 bar) durante diez minutos.
- Las arquetas y pozos de registro se someterán a idénticas pruebas llenándolos previamente de agua y observando si se advierte o no un descenso de nivel.
- Se controlarán al 100 % las uniones, entronques y/o derivaciones.

### PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD TOTAL. PRUEBA CON AIRE

- Se taponarán todos los terminales de las tuberías de evacuación, la presión a la que se someterá la red será entre 0,5 y 1 bar como máximo.
- Esta prueba se considerará satisfactoria cuando la presión se mantenga constante durante tres minutos.

| Tabla de verificación del cumplimiento del DB HS 4 del CTE en la fase de proyecto | Verificación | | | Método de Verificación |
|---|---|---|---|---|
| | SI | NO | n/p | |
| **Cumplimiento de las condiciones de diseño del apartado 3** | ☒ | ☐ | ☐ | Mediante el apartado 5.1 |
| **Cumplimiento de las condiciones de dimensionado del apartado 3** | ☒ | ☐ | ☐ | Mediante el apartado 5.2 |
| **Cumplimiento de las condiciones de ejecución del apartado 4** | ☐ | ☐ | ☒ | En la fase de proyecto solo se indica la manera de ejecutar, las unidades de obra. |
| **Cumplimiento de las condiciones de los productos de construcción del apartado 6** | ☐ | ☐ | ☒ | En la fase de proyecto solo se indica las características de los productos a incorporar. |
| **Cumplimiento de las condiciones de uso y mantenimiento del apartado 7** | ☐ | ☐ | ☒ | En la fase de proyecto solo se indica las tareas de mantenimiento a realizar. |

La total verificación del cumplimiento del DB HS4 se llevara a cabo, mediante la verificación de:

- Haberse cumplido durante la ejecución el diseño proyectado.
- Haberse respetado en la ejecución el dimensionado proyectado.
- El verificado durante la ejecución de la instalación las condiciones de ejecución del apartado 4 del DB HS5 del CTE.
- El verificado durante la ejecución de la instalación de las condiciones de los productos de construcción del apartado 6 del DB HS6 del CTE.
- Mediante el correcto uso y la realización de las tareas de mantenimiento indicadas en el apartado 7 del DB HS5 del CTE.

Los aspectos verificados quedarán reflejados en el final de obra, acta de pruebas, registro de la instalación, certificados y revisiones periódicas según corresponda.

# PCI. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

## PCI 1. REQUISITOS DE DISEÑO

El edificio contará con las instalaciones de protección contra incendios derivadas de la aplicación del la sección SI4 del DB SI del CTE . Estas instalaciones cumplirán en su diseño, dimensionado, características de los productos a incorporar, modo de ejecución, pruebas, controles, conservación y mantenimiento, la sección SI4 del DB SI del CTE así como el RII.

Conforme a lo expuesto y a lo indicado en la tabla 1.1 del DB SI 4 del CTE la actividad contará con las siguientes instalaciones de protección contra incendios:

| USO SECTOR | Extintores | BIES | Columna seca | Detección de incendios | Hidrante exterior | Extinción automática | Ascensor de emergencia | Control de humos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DOCENTE | Si | Si* | No | Si | Si | No | No | No |

*: No necesarias en gimnasio.

## PCI 2. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

En el presente apartado se enumeran las posibles alternativas planteadas por el autor, en lo referente al diseño, dimensionado, materiales y ejecución. En el siguiente apartado se justificará la elección elegida y se describirán el restos de aspectos donde no existe posibilidad de elección debido a las normativas, el buen hacer en construcción o a los requisitos de diseño.

Señalar, que todo producto comercializado, que disponga de marcado CE, el cual simboliza la conformidad del producto, a los requisitos esenciales de las Directivas que le son de aplicación, son completamente válidos.

Dado que el edificio de ESO tiene 3 alturas sobre rasante, será necesaria la instalación de grupo de presión y un depósito de reserva que garantice el funcionamiento de 2 BIEs simultáneamente durante 1 hora, con una presión dinámica mínima de 2bar en el orificio de salida de cualquier BIE.

## PCI 3. DISEÑO

### DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE EXTINTORES

Los extintores se colocarán de tal manera que sean fácilmente visibles y rápidamente accesibles, próximos a puntos con riesgo de incendios y a las salidas. Siempre que sea posible y se situarán en los paramentos de forma tal que el extremo superior del extintor se encuentre a una altura sobre el suelo menor que 1,70 m.

**DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE BIES**

El sistema de BIEs esta compuesto por red de distribución en Acero UNE EN 10255 y BIEs de 25 mm (K=42 Bie standar de 25 y un diámetro equivalente de 10).

La distribución de los elementos y el modo de colocación puede verse en planos y corresponde al numero calculado en el apartado de dimensionado.

**DISEÑO DEL ABASTECIMIENTO**

Se selecciona un abastecimiento de acuerdo a la norma UNE-23.500, con las siguientes características:

- Categoría III
- Clase: SENCILLO B: Depósito o fuente inagotable (con equipo de bombeo único).
- Equipo de bombeo con bomba jockey y principal eléctrica para abastecimientos sencillos (Anexo C).

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA**

El sistema estará compuesto, pulsadores de alarma, sistema de alarma, elementos de conexión y central de incendios y serán conforme a norma UNE 23.007-14:2014, siendo la cobertura del edificio total.

La distribución de los elementos y el modo de colocación puede verse en planos y corresponde a lo calculado en el apartado de dimensionado. La central de incendios se ubicará en la zona central de entrada para su continua vigilancia.

Los pulsadores serán fácilmente visibles o estarán señalizados. Se deben situar a una altura máxima de 1,50m, y deberán estar provistos de dispositivo de protección que impida su activación involuntaria.

El sistema estará compuesto por detectores puntuales, pulsadores de alarma, sistema de alarma, elementos de conexión y central de incendios y serán conforme a norma UNE 23.007-14:2014, siendo la cobertura del edificio ESO total, se exceptúa conforme al apartado A.5.2.3 los aseos, que si bien son de más de 2 m, su riesgo de incendio es tan bajo que se considera que no es necesaria protección.

La distribución de los elementos y el modo de colocación puede verse en planos y corresponde al número de  calculado en el apartado de dimensionado. La central de incendios SERA LA EXITENTE

Las características de los equipos, las unidades de obra, las pruebas, los controles, el mantenimiento y  la conservación de la instalación se refleja en el pliego de condiciones

**DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

El edificio dispondrá de alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan

abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

Contarán con alumbrado de emergencia, los recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro.

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada, las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

a) Se situarán al menos 2 m por encima del nivel del suelo.

b) Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:

- en las puertas existentes en los recorridos de evacuación;
- en las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa;
- en cualquier otro cambio de nivel;
- en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos;

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 en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de 5s y el 100% a los 60s.

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación, durante una hora como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

a) En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2m pueden ser tratadas como varias bandas de 2m de anchura, como máximo.

b) En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo.

c) A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.

d) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

e) Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

Nota: La iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios, deben cumplir los siguientes requisitos:

- La *luminancia* de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de 2 cd/m2 en todas las direcciones de visión importantes;

- La relación de la *luminancia* máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes;
- La relación entre la *luminancia* Lblanca, y la *luminancia* Lcolor >10, no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.
- Las señales de seguridad deben estar iluminadas al menos al 50% de la *iluminancia* requerida, al cabo de 5s, y al 100% al cabo de 60s.

## PCI 4. DIMENSIONADO

### DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE EXTINTORES

El número mínimo de extintores y las características de éstos viene determinado en el punto 1.1 del DB SI del CTE, de donde se extrae que el número de extintores será:

- A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.
- En las zonas de riesgo especial conforme al capítulo 2 de la Sección 1 del DB SI del CTE., un extintor en el exterior del local o de la zona y próximo a la puerta de acceso, el cual podrá servir simultáneamente a varios locales o zonas. En el interior del local o de la zona se instalarán además los extintores necesarios para que el recorrido real hasta alguno de ellos, incluido el situado en el exterior, no sea mayor que 15 m en locales de riesgo especial medio o bajo, o de 10 m en locales o zonas de riesgo especial alto.

El número de extintores a colocar y su distribución queda reflejado en planos.

### DIMENSIONADO RED DE BIES

Se ha supuesto que en el punto de conexión con la red existente existe una presión mínima de 5,5 bar.

Cálculo del caudal de cada BIE:

Partiendo de lo indicado en el RII, obtenemos aplicando Bernuilli à 20.4 = v^2/2.g una velocidad del agua en la boquilla de 20 m/s. Por lo que para una BIE de 25 con un diámetro equivalente de 10 mm, y un valor de K de 42 BIE Standard. Como el orificio es de 10 mm y la velocidad de 20 m/s el caudal será q(m3/s)=v(m/s)*S(m2)à q(m3/s)=1,57*10-3 m3/s à 1,6 l/s à 96 l/minuto.

Cálculo de la presión a la entrada de la BIE:

Para determinar la presión a la entrada de la BIE se aplica la formulación de la EN 671-1

$Q = K \cdot (P)^{(1/2)} \rightarrow 94 = 42\ P^{1/2} \rightarrow$ que despejando nos da P= 5 bares (presión estática)

Siendo

K = Constante de descarga Constante de descarga que relaciona la presión en el orificio.

P= presión estática (en bares)

Q= caudal de salida (en litros/minuto)

Por tanto cuando el manómetro de la BIE marca 5 bares tendrá a la salida de la BIE 2 Bares

## CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA DE LA RED

La red hidráulica de BIES se calcula con la fórmula de Hazen Williams, como indica la normativa de protección contra incendios.

Pp=6,05 *10^5(Q^1,85)/(D ^4,87)*(C^1,85)

siendo:

Pp: Pérdida de carga (bar / metro)

Q: Caudal que circula por la conducción (l/min)

C: Constante de Hazen Williams 120 acero

D: Diámetro interior de la conducción (mm)

Para el predimensionado de los tubos y del equipo de bombeo se ha tenido en cuenta que la velocidad del agua no supere 6,0 m/s en ninguna tubería ni válvula.

La longitud equivalente de las pérdidas de carga localizadas se estima en un 20% de la producida sobre la longitud real del tramo.

| RESULTADOS HIPÓTESIS FUNCIONAMIENTO BIES/CHES | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hipótesis Referencia | Dispositivos en operación | Número de dispositivos | Dispositivo presión mínima | Presión mínima entrada (bar) | Presión mínima salida (bar) | Caudal total descarga (l/min) | Capacidad necesaria ($m^3$) | Presión necesaria (bar) | Presión abastecimiento (bar) |
| COLEGIO Hip0 | Bie [7] + Bie [8] | 2 | Bie [8] | 5,194 | 2,032 | 195 | 11,7 | 5,595 | 5,682 |
| COLEGIO Hip1 | Bie [10] + Bie [8] | 2 | Bie [8] | 5,234 | 2,049 | 196 | 11,7 | 5,552 | 5,682 |
| COLEGIO Hip3 | Bie [11] + Bie [8] | 2 | Bie [8] | 5,235 | 2,048 | 192 | 11,5 | 5,377 | 5,500 |
| COLEGIO Hip4 | Bie [11] + Bie [7] | 2 | Bie [11] | 5,247 | 2,054 | 196 | 11,7 | 5,539 | 5,682 |
| COLEGIO Hip5 | Bie [11] + Bie [10] | 2 | Bie [11] | 5,241 | 2,051 | 196 | 11,7 | 5,545 | 5,682 |
| COLEGIO Hip2 | Bie [10] + Bie [7] | 2 | Bie [7] | 5,624 | 2,194 | 199 | 11,9 | 5,165 | 5,682 |

| BIES / CHES EN FUNCIONAMIENTO. SECTOR COLEGIO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Referencia | Tipo | Factor K | Presión entrada mín / máx (bar) | Presión salida mín / máx (bar) | Caudal descarga mín / máx (l/min) |
| Bie [11] | BIE-25 | 42 | 5,251 | 2,053 | 96 |
| Bie [10] | BIE-25 | 42 | 5,638 | 2,199 | 100 |
| Bie [7] | BIE-25 | 42 | 5,624 / 5,624 | 2,180 / 2,194 | 99 / 99 |
| Bie [8] | BIE-25 | 42 | 5,199 / 5,238 | 2,032 / 2,048 | 96 / 96 |

## DIMENSIONADO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA

Calculo de las zonas:

Atendiendo a los criterios definidos en la norma UNE 23007-14:2014 (La superficie de una única zona no debe ser mayor de 1.600 m2-Si la zona incluye más de cinco compartimentos o estancias, debe darse una indicación de la estancia en el equipo de control e indicación o deben instalarse pilotos indicadores de acción en el exterior de cada puerta para indicar cuál es la estancia en la que ha funcionado un detector. Cada zona debe de estar limitada a una sola planta del edificio.)

- Se colocaran el número de detectores pulsadores y de alarmas de incendios el indicado en planos con los criterios siguientes:

- 2 Zona por detectores una por planta
- 2 Zona por pulsadores una por planta

Calculo del número y disposición de detectores, pulsadores, alarmas y CI:

- La disposición de los detectores, que puede verse en planos, cubre sobradamente a la tabla A.1 del apartado A.6.5.2.2 de la norma UNE 23007-14:2014.
- La disposición de pulsadores, que puede verse en planos, será según la el Apartado A.6.5. 4 de la norma UNE 23007-14:2014, desde cualquier punto del establecimiento no habrá mas de 25 m hasta alcanzar un pulsador.
- Se instalaran 2 alarmas, que puede verse en planos, el nivel sonoro de la señal se comprobara al finalizar la obra. Teniendo que ser de 65 dbA o de 5 dBA por encima del nivel sonoro que pudiera existir durante mas de 30s, todo ello siguiendo los criterios del A.6.6.2 de la norma UNE 23007-14:2014.

El número de alarmas instaladas puede verse en planos. El nivel sonoro de la señal se comprobará al finalizar la obra. Teniendo que ser de 65 dbA o de 5 dBA por encima del nivel sonoro que pudiera existir durante mas de 30s, todo ello siguiendo los criterios del A.6.6.2 de la norma UNE 23007-14:2014.

**DIMENSIONADO DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

Para el diseño del alumbrado de emergencia se opta por aplicar la siguiente regla:

Dotación: 5 lúmenes/m2

Flujo luminoso de las luminarias: F>30 lúmenes

Separación de las luminarias 4h, siendo h la altura a la que estén instaladas las luminarias, comprendida entre 2 y 3m.

## PCI 5. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS A INCORPORAR

**EXTINTORES**

Los extintores serán, según se indica la tabla 1.1 del DB SI 4 del CTE, de eficacia 21A -113B según UNE-23110. Se identificarán con el marcado "CE" representativo de que el equipo cumple con los requisitos esenciales de la Directiva 97/23/CE transpuesta al ordenamiento español mediante RD769/1999.

**SISTEMA DE ALARMA**

Pulsadores:

- Se colocarán pulsadores que cumplan la norma UNE-EN 54-11: 2001

Centralita:

- Alimentación de 220 V, suplementada con dos baterías de 12V /6A.
- Fabricada según Norma UNE 23007/2 con equivalencia europea EN-54. Suministro alimentación UNE EN 54-4:1997

Alarma:

- Dispositivo acústico según Norma UNE EN 54-3:2001

Canalizaciones:

- Los tubos están clasificados como no propagadores de llama de acuerdo con UNE –EN 50086-1:1995
- La designación de los cables será ES07Z1.

**BIES**

BIES:

- Se colocarán BIEs de 25 mm fabricadas según la Norma UNE EN 671-1 acreditado mediante marcado CE.

Canalizaciones:

- Los tubos serán de acero conforme a la norma Acero UNE-EN 10255.

**SEÑALIZACIÓN E ILUMINACIÓN**

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores) se deben señalizar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal, por lo que serán foto-luminiscentes y sus características de emisión luminosa deben cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:1999.

La señalización de los medios de extinción tendrá un tamaño de 210 x 210 mm dado que la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.

Equipos Autónomos alumbrado emergencia

- Estarán construidos según Normas las normas UNE-EN 60598 -2 -22 y la norma UNE 20392 y la norma UNE 20062, según sea la luminaria para lámparas fluorescentes o incandescentes, respectivamente, se identificaran con el marcado "CE".

## PCI 6. EJECUCIÓN, PRUEBAS Y CONTROLES

Según se indica en el Artículo 10 del RD 194271993 por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios. BOE número 298 de 14 de diciembre de 1993, la instalación de aparatos, equipos, sistemas y sus componentes a que se refiere este Reglamento, con excepción de los extintores portátiles, se realizará por instaladores debidamente autorizados.

Se realizarán las pruebas indicadas en el apéndice de instalaciones de protección contra incendios.

A los cerramientos proyectados con productos retardadores se verificará el espesor de estos, así mismo se comprobará el marcado ce de todos los elementos de protección pasiva.

EXTINTORES DE INCENDIO

Verificación del estado de carga (peso, presión) y en el caso de extintores de polvo con botellín de impulsión, estado del agente extintor, comprobación de la presión de impulsión del agente extintor, estado de la manguera, boquilla o lanza, válvulas y partes mecánicas.

SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS

Verificación integral de la instalación, limpieza del equipo de centrales y accesorios, verificación de uniones roscadas o soldadas, limpieza y reglaje de relés, regulación de tensiones e intensidades, verificación de los equipos de transmisión de alarma y prueba final de la instalación con cada fuente de suministro eléctrico.

SISTEMA MANUAL DE ALARMA DE INCENDIOS

Verificación integral de la instalación, limpieza de sus componentes, verificación de uniones roscadas o soldadas y prueba final de la instalación con cada fuente de suministro eléctrico.

BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS

Desmontaje de la manguera y ensayo de ésta en lugar adecuado. Comprobación del correcto funcionamiento de la boquilla en sus distintas posiciones y del sistema de cierre. Comprobación de la estanqueidad de los racores y manguera y estado de las juntas. Comprobación de la indicación del manómetro con otro de referencia (patrón) acoplado en el racor de conexión de la manguera. La Manguera debe ser sometida a una presión de prueba de 15 Kg/cm2.

CONTROL REGLAMENTARIO

La instalación de protección contra incendios, será sometida al control reglamentario y evaluación de conformidad conforme a lo indicado en el RD 1942/1993.

# PR. PROTECCIÓN FRENTE AL RAYO

La presente memoria es la justificación de la exigencia básica SUA8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo regulada por el Código Técnico de la Edificación, que establece que:

*"Se limitará el riesgo de electrocución y de incendio causado por la acción del rayo, mediante instalaciones adecuadas de protección contra el rayo".*

Según establece el apartado II del DB SUA:

*"El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el conjunto del CTE en el artículo 2 de la Parte I".*

Los edificios destinados a uso docente, objeto de este proyecto, se encuentran dentro del ámbito de aplicación del CTE y del DB-SUA8.

### NORMATIVA

La instalación cumplirá, tanto en lo referente a su diseño, dimensionado, equipos suministrados, así como a su montaje, toda la Normativa Legal Vigente, y en particular la que se enumera a continuación:

- Código Técnico de la Edificación, Documento Básico SUA8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo, aprobado por Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, y publicado por el B.O.E. de fecha 28 de marzo de 2006.
- Real Decreto 173/2010 de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad. (BOE 11 marzo 2010).
- Reglamento electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, y publicado en el B.O.E. nº 224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
- Ordenanzas municipales y normas particulares de la Empresa Suministradora.

## VERIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LA EDIFICACIÓN

### CÁLCULO DE $N_e$ (FRECUENCIA ESPERADA DE IMPACTOS)

| | | |
|---|---|---|
| $N_g$ (1) | | 2,50 |
| $A_e$ (2) | | 19279,18 |
| $C_1$ (3) | Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos | 0,50 |

$$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6} = 0,0241$$

(1) Densidad de impactos sobre el terreno [nº impactos/año, $km^2$]
(2) Superficie de captura [$m^2$]
(3) Coeficiente relacionado con el entorno o situación del edificio

**CÁLCULO DE $N_a$ (RIESGO ADMISIBLE)**

| | | | |
|---|---|---|---|
| $C_2$(1) | Material de la Cubierta | De hormigón | 1,00 |
| | Material de la Estructura | Metálica | |
| $C_3$(2) | Otros contenidos | | 1,00 |
| $C_4$(3) | Docente | | 3,00 |
| $C_5$(4) | Resto de edificios | | 1,00 |

$$N_a = (5,5/(C_2C_3C_4C_5))10^{-3} = 0,0018$$

(1) Coeficiente en función del tipo de construcción.
(2) Coeficiente en función del contenido del edificio.
(3) Coeficiente en función del uso del edificio.
(4) Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio.

**RESULTADO DE LA VERIFICACIÓN**

CÁLCULO DEL NIVEL DE PROTECCIÓN. EFICIENCIA REQUERIDA.

$$E = 1 – (N_a/N_e) = 0,9239$$

| Eficiencia requerida | Nivel de protección |
|---|---|
| E ≥ 0,98 | 1 |
| 0,95 ≤ E < 0,98 | 2 |
| 0,80 ≤ E < 0,95 | 3 |
| 0 ≤ E < 0,80 | 4 |

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo en los edificios en los que se dé alguna de las siguientes condiciones:

| CONDICIÓN | COMPROBACIÓN |
|---|---|
| La frecuencia esperada de impactos sea mayor al riesgo admisible: Ne > Na | Ne = 0,0241 > Na = 0,0018 |
| Edificios en los que se manejan sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivas | NO PROCEDE |
| Edificios de altura superior a 43m. | Altura 13,0m < 43m. |

Por tanto, el edificio necesita la instalación de un sistema de protección contra el rayo de nivel 3.

Lista de pararrayos instalados:

| Nombre | Tipo | Características | |
|---|---|---|---|
| Dispositivo de cebado-2 | Dispositivo de cebado | Tiempo de cebado | 52,00 |
| | | Distancia en metros | 45,00 |
| Dispositivo de cebado-3 | Dispositivo de cebado | Tiempo de cebado | 52,00 |
| | | Distancia en metros | 45,00 |