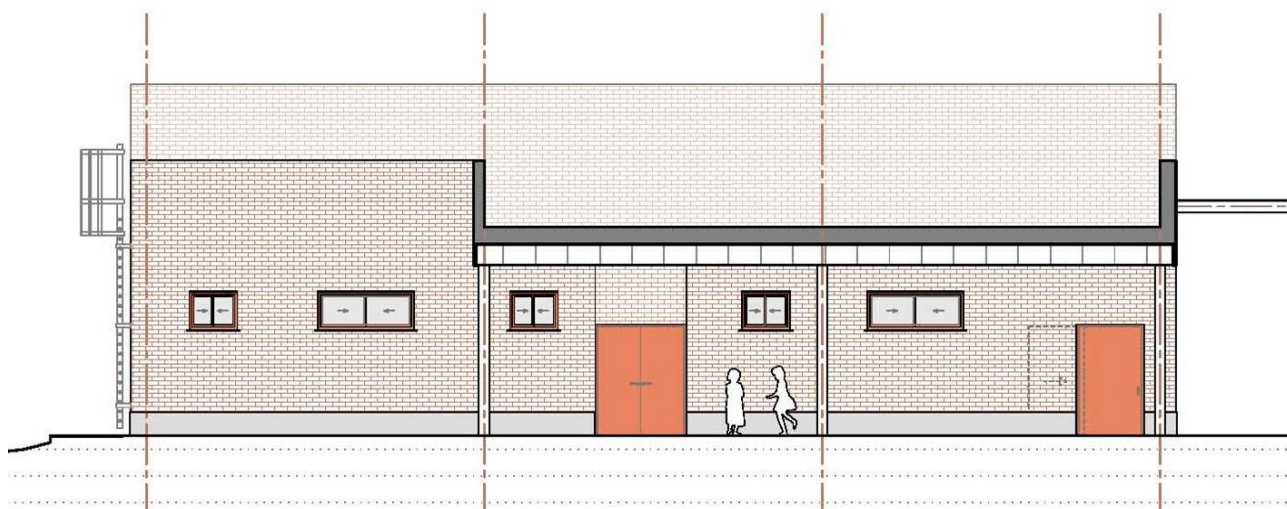


PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN  
**CONSTRUCCIÓN DE GIMNASIO EN EL CEIP EL VELLÓN**  
Situación: Calle Jockey Florentino González, 2  
El Vellón. Madrid



**I.- MEMORIA**  
**ANEJO AM7. PROYECTO DE INSTALACIONES**

Arquitecta:

**ELENA LAUDELINA LÓPEZ OTERO**

**COL: 15131 COAM**



Propiedad:



DG de Infraestructuras y Servicios.  
Consejería de Educación, Ciencia y Universidades de la Comunidad de Madrid

## AM7. PROYECTO DE INSTALACIONES

### ÍNDICE

<b>AM7.1 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.1. OBJETO.....	2
1.2. LEGISLACIÓN APLICABLE.....	2
1.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN. CUMPLIMIENTO DEL RITE.....	2
1.4. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	7
1.5. ANEXO I: Listado completo de Cargas térmicas del edificio.....	16
1.6. ANEXO II: Tablas de dimensionado de los circuitos de calefacción .....	35
1.7. ANEXO III: Tablas del dimensionado de conductos.....	36
1.8. ANEXO IV: SELECCIÓN de Equipos.....	38
<b>AM7.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN .....</b>	<b>52</b>
2.1. OBJETO DEL PROYECTO.....	52
2.2. NORMATIVA DE APLICACIÓN .....	52
2.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	52
2.4. PREVISIÓN DE POTENCIA.....	52
2.5. CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN.....	52
2.6. CUADROS SECUNDARIOS DE PROTECCIÓN .....	52
2.7. GRUPO ELECTRÓGENO.....	53
2.8. CONDUCTORES.....	53
2.9. CANALIZACIONES.....	54
2.10. INSTALACIONES DE ALUMBRADO .....	54
2.11. INSTALACIÓN DE FUERZA.....	72
2.12. RED DE TIERRAS.....	72
2.13. PARARRAYOS.....	74
2.14. CÁLCULO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS.....	75
2.15. SCE.....	77
2.16. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN .....	78
2.17. DICTÁMENES Y LEGALIZACIONES.....	78
<b>AM7.3 INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....</b>	<b>79</b>
3.1. OBJETO DEL PROYECTO.....	79
3.2. LEGISLACIÓN APLICABLE.....	79
3.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	79
3.4. EXTINTORES .....	79
3.5. ALARMA DE INCENDIOS.....	80
<b>AM7.4 INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO.....</b>	<b>81</b>
4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN .....	81
4.2. CONDICIONES GENERALES DE LA EVACUACIÓN .....	81
4.3. CONFIGURACIONES DE LOS SISTEMAS DE EVACUACIÓN .....	81
4.4. ELEMENTOS QUE COMPONEN LAS INSTALACIONES.....	81
4.5. ANEJO DE CÁLCULO .....	83
<b>AM7.5 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA.....</b>	<b>86</b>
5.1. OBJETO DEL PROYECTO.....	86
5.2. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.....	86
5.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN .....	86
<b>AM7.6 INSTALACIÓN DE FOTOVOLTAICA.....</b>	<b>102</b>
6.1. NORMATIVA DE APLICACIÓN .....	102
6.2. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN.....	102
6.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	102

## AM7.1 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

### 1.1. OBJETO

El presente documento tiene por objeto la descripción de las Instalaciones de Calefacción y Ventilación, diseñadas para el Proyecto Básico y de Ejecución en la construcción de gimnasio en el CEIP El Vellón, situado en la C/Florentino González, El Vellón. Madrid

### 1.2. LEGISLACIÓN APLICABLE

En el proyecto se han tenido en cuenta los Reglamentos y la normativa de aplicación vigente.

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas y Complementarias (ITE).
- Normativa UNE citada en el RITE.
- Documento Básico DB-HE del Código Técnico de la Edificación.
- Reglamento de Instalaciones de Combustibles gaseosos. 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.
- Código Técnico de la Edificación

### 1.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN. CUMPLIMIENTO DEL RITE

Para la climatización del gimnasio y zona de vestuarios, se ha previsto realizar mediante un sistema compuesto por una bomba de calor Aire-Agua con refrigerante R410A de 32 kW potencia térmica en calor y 29,5 kW en frío, un climatizador que sirve a la zona de pista y fancoils situados en los vestuarios y estancia del monitor.

La producción de ACS se realiza por medio de una bomba de calor aire-agua con refrigerante CO<sub>2</sub> y un depósito acumular de 750 l.

#### 1.3.1. Cumplimiento de la exigencia de bienestar e higiene

Las instalaciones térmicas del edificio objeto del presente proyecto han sido diseñadas y calculadas acorde al Reglamento de Instalaciones Térmicas (RITE) y normas UNE de referencia, de forma que:

Se obtiene una calidad térmica del ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de la dotación de agua caliente sanitaria que es aceptable para los usuarios del centro sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente, cumpliendo la exigencia de bienestar e higiene.

Se reduce el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, cumpliendo la exigencia de eficiencia energética.

El edificio cuenta con el servicio de ACS para atender las necesidades de la zona de duchas y lavabos de los vestuarios.

La ventilación en la zona de pista se realiza a través del aporte de aire del climatizador y en la zona de vestuarios se dispone de un recuperador de 400 m<sup>3</sup>/h.

#### 1.3.1.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente.

La exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionamiento de la instalación térmica. Por tanto, todos los parámetros que definen el bienestar térmico se mantienen dentro de los valores establecidos según la tabla incluida en el RITE.

Condiciones interiores de diseño

Parámetros	Límite
Temperatura operativa en invierno (°C)	21 < T < 23
Humedad relativa en invierno (%)	40 < HR < 50
Velocidad media admisible con difusión por mezcla (m/s)	V < 0.14

Acontinuación, se muestran los valores de condiciones interiores de diseño utilizadas en el proyecto:

Estancias	Temperatura de invierno	Humedad relativa interior
Vestuarios	22 °C	45-60%
Pasillos y Vestíbulos	20 °C	45-60%

#### 1.3.1.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del aire interior.

- Categorías de calidad del aire interior

En función del edificio o local, la categoría de calidad de aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será como mínimo la siguiente:

**IDA 1** (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.

**IDA 2** (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.

**IDA 3** (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.

**IDA 4** (aire de calidad baja)

En el proyecto se ha previsto una categoría IDA 3 en la zona de pista.

#### 1.3.1.3.- Caudal mínimo de aire exterior

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación necesario para se ha realizado empleando el método indirecto de caudal de aire exterior:

Ocupación	Caudal/persona	Caudal aire ventilación
62 personas	28,8 m <sup>3</sup> /h	1786 m <sup>3</sup> /h

#### 1.3.1.4.- Filtración de aire exterior

El aire exterior de ventilación se introduce al edificio debidamente filtrado según el apartado I.T.1.1.4.2.4., RITE.

Las clases de filtración empleadas en la instalación cumplen con lo establecido en la tabla 1.4.2.5 para filtros previos y finales.

La calidad de aire exterior se califica como ODA 2, correspondiente a aire con altas concentraciones de partículas.

Calidad del aire exterior	Calidad del aire interior			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6
ODA 3	F7+GF+F9	F7+GF+F9	F5 + F7	F5 + F6

Tabla 1.4.2.5 Clases de filtración:

#### 1.3.1.5.- Aire de extracción

En función del uso del edificio o local, el aire de extracción se clasifica en una de las siguientes categorías en cumplimiento del RITE:

**AE 1** (bajo nivel de contaminación):aire que procede de los locales en los que las emisiones más importantes de contaminantes proceden de los materiales de construcción y decoración, además de las personas. Está excluido el aire que procede de locales donde se permite fumar. Están incluidos en este apartado: oficinas, aulas, salas de reuniones, locales comerciales sin emisiones específicas, espacios de uso público, escaleras y pasillos.

**AE 2** (moderado nivel de contaminación): aire de locales ocupados con más contaminantes que la categoría anterior, en los que, además, no está prohibido fumar. Están incluidos: restaurantes, habitaciones de hoteles, vestuarios, aseos, cocinas domésticas, bares, almacenes.

**AE 3** (alto nivel de contaminación): aire que procede de locales con producción de productos químicos, humedad, etc.

**AE 4** (muy alto nivel de contaminación): aire que contiene sustancias olorosas y contaminantes perjudiciales para la salud en concentraciones mayores que las permitidas en el aire interior de la zona ocupada.

Se describe a continuación la categoría de aire de extracción que se ha considerado para cada uno de los recintos de la instalación:

Referencia	Categoría
Pista	AE 1
Vestuarios	AE 2

1.3.1.6.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de higiene de la preparación de agua caliente para usos sanitarios.

La instalación interior de ACS se ha dimensionado para el suministro de los aseos y vestuarios del Gimnasio, justificándose en la memoria y cálculos de la instalación de Fontanería que cumple con los consumos establecidos en el DBHE4 y las especificaciones establecidas en el Documento Básico HS-4 del Código Técnico de la Edificación.

1.3.1.7.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad acústica del apartado 1.3.4

La instalación térmica cumple con la exigencia básica HR Protección frente al ruido del CTE conforme a su documento básico.

### 1.3.2. Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética

1.3.2.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío del apartado 1.2.4.1 del RITE.

Las unidades de producción del proyecto utilizan energías convencionales ajustándose a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos.

#### 1.3.2.2 Cargas térmicas

En el apartado 2.4 de cálculos justificativos se ha incluido el método para la obtención de las cargas térmicas y el resumen de los resultados para cada uno de los locales del centro educativo.

1.3.2.3.- Generación de calor. Requisitos mínimos de rendimiento energético.

Para determinar la potencia necesaria para calefacción se han tenido en cuenta las cargas térmicas obtenidas en los locales, el incremento por mayoración por orientaciones, incremento por inercia térmica estimado del 10%, las posibles pérdidas en tuberías, valoradas en un máximo del 5% y un 5% de margen de seguridad.

Para ello, se ha previsto una bomba de calor aire-agua con grupo hidrónico incorporado, del fabricante climaveneta modelo IBX-N030T.

La carga térmica prevista la instalación térmica en calefacción es:

- Gimnasio: 23,4 kW

Equipos	Pot. Instalada de calefacción(kW)	Potencia requerida de calefacción(kW)
Bomba Calor IBX-N032t	32,2	23,4

1.3.2.5.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío de la IT 1.2.4.2 del RITE.

1.3.2.5.1.- Aislamiento térmico en redes de tuberías

El aislamiento de las tuberías se ha realizado según la I.T.1.2.4.2.1.1 'Procedimiento simplificado'. Este método define los espesores de aislamiento según la temperatura del fluido y el diámetro exterior de la tubería sin aislar. Las tablas 1.2.4.2.1 y 1.2.4.2.2 muestran el aislamiento mínimo para un material con conductividad de referencia a 10 °C de 0.040 W/m K.

El cálculo de la transmisión de calor en las tuberías se ha realizado según la norma UNE-EN ISO 12241.

1.3.2.5.2- Tuberías en contacto con el ambiente exterior

Se han considerado las siguientes condiciones exteriores para el cálculo de la pérdida de calor:

Temperatura seca exterior de invierno: -2,5 °C

Velocidad del viento: 4.4 m/s

Para tener en cuenta la presencia de válvulas en el sistema de tuberías se ha añadido un 25 % al cálculo de la pérdida de calor.

1.3.2.5.3.- Tuberías en contacto con el ambiente interior

Se han considerado las condiciones interiores de diseño en los recintos para el cálculo de las pérdidas en las tuberías especificados en la justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente del apartado 1.4.1.

Para tener en cuenta la presencia de válvulas en el sistema de tuberías se ha añadido un 15 % al cálculo de la pérdida de calor.

1.3.2.5.4.- Redes de tuberías

El trazado de las tuberías se ha diseñado teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de cada subsistema, la longitud hidráulica del circuito y el tipo de unidades terminales servidas.

1.3.2.6.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en el control de instalaciones térmicas del apartado 1.2.4.3

La instalación térmica proyectada está dotada de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los recintos las condiciones de diseño previstas.

1.3.2.6.1.- Control de las condiciones termohigrométricas

No se prevé instalar sistemas de control higrométricos. Para el control de temperatura:

Zonas climatizadas con radiadores, por medio de cabezales termostáticos.

El control de la temperatura de impulsión de agua caliente se prevé un sistema de control mediante mezcla de agua con válvula de 3 vías motorizada en función de la demanda y temperatura exterior.

1.3.2.6.2.- Control de la calidad del aire interior en las instalaciones de climatización

El control de la calidad de aire interior puede realizarse por uno de los métodos descritos en la tabla 2.4.3.2. del RITE, habiendo previsto en proyecto el método IDA-C3.

Categoría	Tipo	Descripción
IDA-C1		El sistema funciona continuamente
IDA-C2	Control manual	El sistema funciona manualmente, controlado por un interruptor
IDA-C3	Control por tiempo	El sistema funciona de acuerdo a un determinado horario
IDA-C4	Control por presencia	El sistema funciona por una señal de presencia
IDA-C5	Control por ocupación	El sistema funciona dependiendo del número de personas presentes
IDA-C6	Control directo	El sistema está controlado por sensores que miden parámetros de calidad del aire interior

1.3.2.7.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía del aire exterior.

Para las aulas de primaria se ha previsto sistemas de tratamiento de aire denominado "aire limpio", que trabajan con grandes caudales de recirculación de aire, siendo sistemas muy eficientes desde el punto de vista energético.

1.3.2.8.- Zonificación

El diseño de la instalación ha sido realizado teniendo en cuenta la zonificación, para obtener un elevado bienestar y ahorro de energía. Los sistemas se han dividido en subsistemas, considerando los espacios interiores y su orientación, así como su uso, ocupación y horario de funcionamiento.

1.3.2.9.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de aprovechamiento de energías renovables.

Para la preparación del ACS requerida por el edificio se realizará empleado una bomba de calor aerotérmica de 40 kW con un SPF de 2,86. En el apartado de fontanería se justifica la instalación de ACS.

1.3.2.10.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de limitación de la utilización de energía convencional según la IT 1.2.4.7 del RITE.

Se enumeran los puntos para justificar el cumplimiento de esta exigencia:

El sistema de calefacción empleado no es un sistema centralizado que utilice la energía eléctrica por "efecto Joule".

No se ha climatizado ninguno de los recintos no habitables incluidos en el proyecto.

No se realizan procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento, ni se produce la interaccionan de dos fluidos con temperatura de efectos opuestos.

No se contempla en el proyecto el empleo de ningún combustible sólido de origen fósil en las instalaciones térmicas.

### **1.3.3. Cumplimiento de la exigencia de seguridad**

Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío del apartado 3.4.1.

#### **1.3.3.1.- Condiciones generales**

Los equipos de producción se sitúan en la cubierta del edificio.

#### **1.3.3.2.- Conductos de aire**

El cálculo y el dimensionamiento de la red de conductos de la instalación, así como elementos complementarios (plenum, conexión de unidades terminales, pasillos, tratamiento de agua, unidades terminales) se ha realizado conforme a la instrucción técnica 1.3.4.2.10 Conductos de aire del RITE, acorde a las normas UNE-EN 12237 para conductos metálicos, y UNE-EN 13.403 para conductos de fibra.

#### **1.3.3.3.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de protección contra incendios del apartado 3.4.3.**

Se cumple la reglamentación vigente sobre condiciones de protección contra incendios que es de aplicación a la instalación térmica.

#### **1.3.3.4.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad y utilización del apartado 3.4.4.**

Ninguna superficie con la que existe posibilidad de contacto accidental tiene una temperatura mayor que 65 °C.

La accesibilidad a la instalación, la señalización y la medición de la misma se ha diseñado conforme a la instrucción técnica 1.3.4.4 Seguridad de utilización del RITE.

## 1.4. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 1.4.1. Condiciones exteriores e interiores de cálculo

#### 1.4.1.1. Condiciones exteriores de cálculo

Se ha tenido en cuenta la guía del IDAE, condiciones climáticas exteriores de proyecto, para incluir en el programa de cálculo de cargas térmicas VP CLIMA.

- Emplazamiento: Madrid (Barajas)
- Latitud (grados): 40°45'
- Altitud sobre el nivel del mar: 582 m
- Percentil para invierno: 97.5 %
- Temperatura exterior mínima invierno: -4 °C
- Humedad relativa en invierno: 80 %
- Velocidad del viento: 4.4 m/s

#### 1.4.1.2. Condiciones interiores de cálculo

La exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionamiento de la instalación térmica. Por tanto, todos los parámetros que definen el bienestar térmico se mantienen dentro de los valores establecidos.

En la siguiente tabla aparecen los límites que deben cumplir en la zona ocupada.

Tabla 1.4.1,1 Condiciones interiores de diseño		
Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Invierno	21-23	40-50

A continuación, se muestran los valores de condiciones interiores de diseño incluidas en el cálculo de cargas térmicas del proyecto, estableciendo en el diseño la temperatura de 21°C.

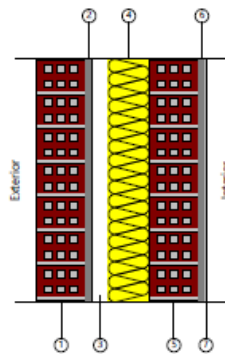
Temperatura de invierno °C	Humedad relativa interior %
21	50

#### 1.4.2. Envolvente térmica. Cerramientos

Los materiales que se ha previsto emplear en los cerramientos de la envolvente del edificio se indican en los detalles constructivos y se incluyen en la memoria constructiva del proyecto, utilizándose para el cálculo de cargas térmicas:

## FACHADAS:

### Fachada M1.



#### Listado de capas:

1 - 1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	12.25 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000	1.50 cm
3 - Cámara de aire	4.00 cm
4 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	10.00 cm
5 - 1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	12.25 cm
6 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000	1.50 cm
7 - Azulejo cerámico	0.50 cm

Características

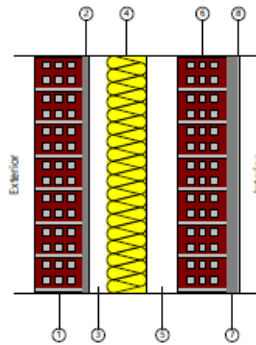
Transmitancia térmica, U: 0.25 W/(m²·K)

Espesor total 42.00 cm

### Fachada M2

#### Fachada M2

Superficie total 183.9 m²



#### Listado de capas:

1 - 1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	12.25 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000	1.50 cm
3 - Cámara de aire	4.50 cm
4 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	10.00 cm
5 - Cámara de aire	8.00 cm
6 - 1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	12.25 cm
7 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000	2.70 cm
8 - Azulejo cerámico	0.50 cm

Características

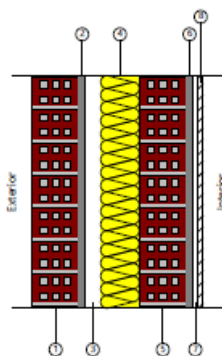
Transmitancia térmica, U: 0.24 W/(m²·K)

Espesor total 51.70 cm

### Fachada M3

#### Fachada M3

Superficie total 35.7 m²



#### Listado de capas:

1 - 1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	12.25 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000	1.50 cm
3 - Cámara de aire	4.00 cm
4 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	10.00 cm
5 - 1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	12.25 cm
6 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000	1.50 cm
7 - Cámara de aire	1.50 cm
8 - Placas de yeso armado con fibras minerales 800 < d < 1000	1.30 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.24 W/(m²·K)

Espesor total 44.30 cm

## CUBIERTA

### losa filtron

Superficie total 70.0 m<sup>2</sup>

Listado de capas:	
1 - Hormigón en masa 2000 < d < 2300	3.00 cm
2 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[mK]]	5.00 cm
3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[mK]]	5.00 cm
4 - Betún fieltro o lámina	0.20 cm
5 - Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	2.50 cm
6 - Hormigón en masa 2000 < d < 2300	10.00 cm
7 - Con capa de compresión -Canto 200 mm	20.00 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0.30 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Espesor total 45.70 cm

### cubierta plana

Superficie total 180.8 m<sup>2</sup>

Listado de capas:	
1 - Betún fieltro o lámina	2.00 cm
2 - Betún fieltro o lámina	2.00 cm
3 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	14.00 cm
4 - Betún fieltro o lámina	2.00 cm
5 - Cámara de aire	5.00 cm
6 - Acero Inoxidable	0.60 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0.25 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Espesor total 25.60 cm

## FORJADO SANITARIO:

### Suelo:R7\_Fojado\_25cm

Superficie total 253.6 m<sup>2</sup>

Listado de capas:	
1 - Cloruro de polivinilo [PVC]	0.20 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	6.00 cm
3 - EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	3.00 cm
4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[mK]]	5.00 cm
5 - losa de hormigón d = 2000 y canto 250 mm	25.00 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0.36 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Espesor total 39.20 cm

## HUECOS:

- Doble acristalamiento 3+3/12/4+4 mm con carpintería metálica rotura puestetérmicoU transmitancia: 1,62 W/m<sup>2</sup>.K

### 1.4.3. Caudal de aire mínimo de ventilación

El caudal de aire exterior mínimo de ventilación, de acuerdo con la I.T.1.1.4.2.3 se calculará por el Método Directo de Calidad de Aire Percibido.

GIMNASIO CEIP EL VELLÓN.	Ocupación	Superficie	IDA
Pista deportiva	62	178	3
Vestuario masculino	-	21,4	-
Vestuario Femenino	29	22,3	-

Los vestuarios se consideran zonas de ocupación no permanente de personas por los que se le asigna una ventilación 2,5 l/s por m<sup>2</sup>.

GIMNASIO CEIP EL VELLÓN.	Caudal ventilación mínimo (m <sup>3</sup> /h)
Pista deportiva	1785
Vestuario masculino	200
Vestuario Femenino	193

El aporte de aire a las dependencias, se realiza por medio del climatizador de pista, dimensionado para introducir un caudal de 1800 m<sup>3</sup>/h de aire y el recuperador de calor de 400 m<sup>3</sup>/h situado en el almacén que abastece a los vestuarios masculinos y femeninos.

Filtración del aire exterior mínimo de ventilación.

El climatizador dispone de filtro F6 y F8 en la zona de impulsión y F6 en su sección de retorno.

El equipo recuperador dispone de filtro F5+F7 en la sección de impulsión y F6 en la sección de retorno.

### 1.4.4. Cálculo de cargas térmicas

#### MÉTODO DEL CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

Para el cálculo de las pérdidas de calor de las diferentes estancias se han tenido en cuenta las pérdidas por:

- **Transmisión:** La dimensión de estas pérdidas se determina mediante la fórmula:

$$Q_t: S \times U \times \Delta T$$

Qt - cantidad de calor W

S - superficie (m<sup>2</sup>)

K - coeficiente de transmisión del calor (W/hm<sup>2</sup>°C)

ΔT - diferencia entre la temperatura interior y la exterior (ti – te)

- **Ventilación:** Se obtienen mediante la aplicación de la fórmula:

$$Q_v: V \times c_e \times \rho \times n \times \Delta T$$

Qv - Pérdidas por ventilación

V - Volumen del local (m<sup>3</sup>)

ce - Calor específico del aire: (J·kg<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>)

pe - Peso específico del aire seco: 1,205 kg/m<sup>3</sup> a 20°C

n - Renovaciones/hora (superior a 1, definidas en las hojas de cálculo adjuntas)

ΔT - Diferencia entre la temperatura interior y la exterior (Ti – Te)

- **Pérdidas de calor totales:** La expresión utilizada es la siguiente:

$$Q = (Q_t + Q_v) \cdot (1 + F),$$

donde F es la suma de los suplementos, que en este caso se han considerado los siguientes porcentajes de mayoración:

Orientación N:	20 %
Orientación S:	0 %
Orientación E:	10 %
Orientación O:	10 %
Intermitencia:	5 %

En las tablas siguientes se incluye de forma resumida el resultado de las cargas térmicas de cada uno de los locales.

<b>Resumen de las cargas de calefacción de la zona: Zona 1</b>											
	Externas				Ventilación			Totales			
	A (m²)	Conducción (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Caudal (l/s)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m²)	Total (W)
<b>Carga máxima de calefacción por recinto</b>											
Pista 1	179.7	3225	0	6901	500	0	4609	0	15472	86.12	15472
vestuario adaptado	6.0	502	0	241	0	0	0	0	780	129.48	780
Profesor	5.3	215	0	213	0	0	0	0	450	84.21	450
Vestuario Masculino	12.7	419	0	508	0	0	0	0	973	76.52	973
aseo masculino	9.6	325	0	382	0	0	0	0	743	77.68	743
Vestíbulo	7.7	315	0	197	0	0	0	0	538	69.43	538
Aseo Femenino	9.1	305	0	364	0	0	0	0	702	77.12	702
Vestuario Femenino	12.9	698	0	515	0	0	0	0	1273	98.82	1273
Almacén	9.4	-163	0	325	0	0	0	0	170	17.98	170
Pista 2	10.0	2097	0	0	0	0	0	0	2202	220.21	2202
<b>Carga máxima simultánea de calefacción para el conjunto de recintos</b>											
<b>Zona 1</b>	<b>262.5</b>				<b>500</b>			<b>0</b>	<b>23302</b>	<b>88.78</b>	<b>23302</b>

Anexo I se incluye el cálculo de las cargas térmicas detallado para cada uno de los recintos de la instalación.

#### 1.4.5. Cálculo de redes de tuberías de climatización

La red de distribución principal de tuberías de los circuitos hidráulicos de calefacción en el edificio de Primaria hasta los ramales de derivación a las baterías de los equipos será de acero negro según UNE-EN-10255, serie M.

Para el cálculo y dimensionado de la red de distribución se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

Pérdidas de presión y de cargas lineales o por rozamiento: La pérdida de carga vendrá determinada por:

$$\Delta p = \frac{P_1 - P_2}{L} \Delta$$

La pérdida de carga  $\Delta p$  será función de:

$$\Delta p = \frac{v^2 \cdot P_e \cdot L}{2 \cdot g \cdot D}$$

donde:

$\Delta p$  - pérdida de carga (kg/m<sup>2</sup>)

$\square \square$  - coeficiente de rozamiento (adimensional)

$v$  - velocidad (m/s)

$L$  - longitud (m)

$g$  - aceleración de la gravedad (9,8 m/s<sup>2</sup>)

$D$  - diámetro interior del tubo (m)

$Pe$  - peso específico del agua

**Caudal:** Se tomará como base para el cálculo una diferencia de temperaturas entre la ida y el retorno de 15°C. El caudal en l/h se obtiene entre la potencia en kcal/h y la diferencia de temperatura mencionada.

#### DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS:

**Diámetro:** Para determinar el diámetro de cada tramo de tubería, entre la caldera y el emisor más alejado o situado más desfavorablemente, se ha considerado una pérdida de carga entre 20 y 40 mm.c.a y una velocidad media de 1,5 m/s.

En la siguiente tabla obtenemos la pérdida de carga del tramo más desfavorable del circuito de:

Circuito climatización

<i>Pérdida carga circuito más alejado Ida+Ret mca</i>	<b>1,13</b>
<i>Pérdida de carga accesorios 40% mca</i>	<b>0,45</b>
<i>Pérdida carga batería calor mca</i>	<b>2,5</b>
<i>Pérdida carga filtro mca</i>	<b>0,6</b>
<i>Pérdida carga válvula retención mca</i>	<b>0,5</b>
<i>Pérdida carga válvula equilibrado mca</i>	<b>1</b>
<b><i>Pérdida total circuito Ampliación (mca)</i></b>	<b>6,19</b>

En el anexo II se incluyen los cálculos de dimensionado de las tuberías de los diferentes circuitos de calefacción.

#### 1.4.5.1. Aislamiento térmico tuberías

El aislamiento térmico en redes de tuberías se ha previsto según el procedimiento según la I.T.1.2.4.2.1.1 'Procedimiento simplificado', en la que se incluyen las tablas que definen los espesores de aislamiento según la temperatura del fluido y el diámetro exterior de la tubería sin aislar.

Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido ( °C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

### 1.4.6. Cálculo de redes de conductos

#### 1.4.6.1. Dimensionado de los conductos

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

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.

En la tabla que a continuación se aporta, se ha utilizado para el cálculo de pérdida de carga del tramo más desfavorable que parte del recuperador. Los conductos cumplirán con las exigencias en materiales y fabricación exigidas en la UNE-EN 12237 para conductos metálicos.

Los valores de referencia iniciales, para el cálculo del sistema son los siguientes:

Pérdida de carga lineal  $< 0,10 \text{ Pa/m} = 0,08 \text{ mm.c.a. /m}$

Velocidad máxima en conducto  $= 6 \text{ m/s}$

Equivalencia unidades  $= 9,8 \text{ Pa} \sim 10 \text{ Pa}$

Tablas del dimensionado y pérdida de carga de conductos

El dimensionado de los conductos se ha incluido en el ANEXO IV.

#### 1.4.6.2. Elementos de difusión

En cuanto a la selección de rejillas de impulsión y retorno, se seleccionan teniendo en cuenta que la velocidad en la zona ocupada se mantenga dentro de los límites de bienestar, teniendo en cuenta la actividad de las personas y su vestimenta, así como la intensidad del aire y la intensidad de la turbulencia. Se calculará de acuerdo a la siguiente fórmula acorde al RITE:

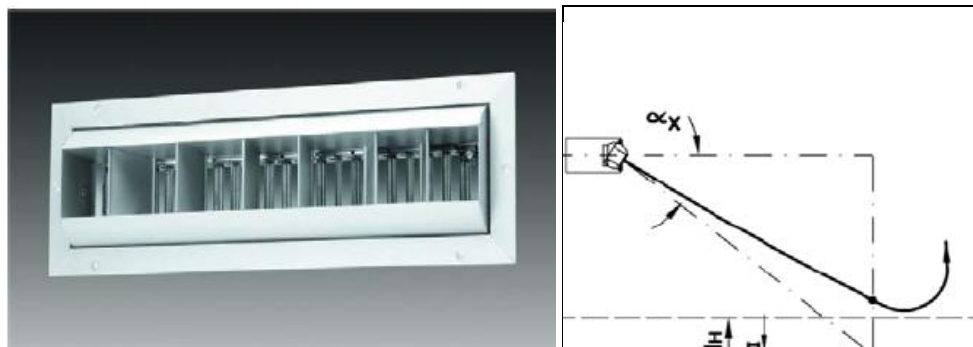
$$v = \frac{t}{100} - 0,07 \text{ m/s}$$

Las rejillas dispondrán de la medida suficiente para el suministro de caudal de aire y la velocidad establecida, para su montaje en el falso techo, seleccionadas mediante el manual de selección del fabricante, teniendo en cuenta la velocidad de salida, alcance, Pa, y potencia sonora Lwa (dBA)

**Rejilla de impulsión:** Rejilla impulsión de doble deflexión de aluminio anodizado, de aletas orientables, incluye marco metálico de montaje y compuerta de regulación.

**Rejilla de retorno:** Rejilla de retorno con lamas fijas a  $45^\circ$  fabricada en aluminio anodizado, modelo 20-45-H-O-MM, marca koolair o similar, con marco de montaje.

**Difusor rectangular de largo alcance:** Modelo DF-47-CC-36, 29-O-47, con compuerta de regulación, fabricado en aluminio para acoplar en conducto circular, formado por un tambor que permite el giro para la orientación vertical del flujo en un ángulo de  $\pm 20^\circ$ , con lamas deflectoras que permiten la distribución horizontal en abanico o concentrando el flujo como se desee.



Difusor rectangular: DF-47-CC-36      Difusión aire caliente zona ocupada

**Rejilla de retorno:** Rejilla de retorno con lamas de simple deflexión horizontales, fabricada en aluminio anodizado, modelo 20-H-MM, marca koolair o similar, con marco de montaje, para acoplar en conducto circular de chapa galvanizada. La rejilla es similar a las de las aulas con una dimensión de 800x450 mm acoplada al conducto circular



Rejilla de retorno en conducto circular

#### 1.4.7. Selección de unidades terminales: fancoils y climatizador

Una vez obtenidas las pérdidas de calor total que corresponden a cada dependencia, se han seleccionado los emisores de calor capaces de equilibrar estas pérdidas con un aporte de calor sensiblemente superior al valor de estas, incluyendo parte de la carga de ventilación, independientemente del funcionamiento del equipo de ventilación.

#### SELECCIÓN UNIDADES INTERIORES:

LOCALES	Sup.	Potencia calculada	Equipos	Pot. Total
	(m <sup>2</sup> )	(W)		Instalada (W)
Pista Deportiva	178	17674	Climatizador	19640
Vestuario Masculino	22,3	1716	42NH279C	2170
Vestuario Femenino	21.4	1975	42NH279C	2170
Aseo Adaptado	6	780	42KY10C	1,8
Monitor	5,32	450	42KY10C	1,8
<b>Total</b>	<b>635</b>	<b>22595</b>		<b>27580</b>

#### 1.4.8. SELECCIÓN DEL EQUIPO DE GENERACIÓN DE CALOR

La potencia de la bomba de calor se determina a partir de las cargas térmicas máximas simultáneas obtenidas en cada uno de los subsistemas o circuitos que completan el sistema centralizado de calefacción.

Las características de la caldera que sirve a los edificios de primaria, existente y nueva ampliación es:

Equipo	Potencia térmica(kW)	Potencia calefacción Calculada (kW)
Bomba Calor IBX-N032t	32,2	23,4

#### 1.4.9. ALIMENTACIÓN Y VACIADO.

La red de distribución de tuberías dispondrá de puntos vaciado para facilitar las labores de mantenimiento y un punto de llenado de la instalación.

## 1.5. ANEXO I: LISTADO COMPLETO DE CARGAS TÉRMICAS DEL EDIFICIO

### Resumen de las cargas de calefacción de la zona: Zona 1

	Externas				Ventilación			Totales			
	A	Conducción	Inf. lat.	Inf. sens.	Caudal	Lat.	Sens.	Lat.	Sens.	Total	Total
	(m²)	(W)	(W)	(W)	(l/s)	(W)	(W)	(W)	(W)	(W/m²)	(W)
<b>Carga máxima de calefacción por recinto</b>											
Pista 1	179.7	3225	0	6901	500	0	4609	0	15472	86.12	15472
vestuario adaptado	6.0	502	0	241	0	0	0	0	780	129.48	780
Profesor	5.3	215	0	213	0	0	0	0	450	84.21	450
Vestuario Masculino	12.7	419	0	508	0	0	0	0	973	76.52	973
aseo masculino	9.6	325	0	382	0	0	0	0	743	77.68	743
Vestíbulo	7.7	315	0	197	0	0	0	0	538	69.43	538
Aseo Femenino	9.1	305	0	364	0	0	0	0	702	77.12	702
Vestuario Femenino	12.9	698	0	515	0	0	0	0	1273	98.82	1273
Almacén	9.4	-163	0	325	0	0	0	0	170	17.98	170
Pista 2	10.0	2097	0	0	0	0	0	0	2202	220.21	2202
<b>Carga máxima simultánea de calefacción para el conjunto de recintos</b>											
<b>Zona 1</b>	<b>262.5</b>				<b>500</b>			<b>0</b>	<b>23302</b>	<b>88.78</b>	<b>23302</b>

### Abreviaturas

<b>A</b>	Superficie
<b>Conducción</b>	Cargas debidas a las ganancias de calor por conducción
<b>Inf. lat.</b>	Infiltración latente
<b>Inf. sens.</b>	Infiltración sensible
<b>Lat.</b>	Latente
<b>Sens.</b>	Sensible

## Carga máxima de calefacción

Recinto: Pista 1

Zona: Zona 1

Superficie útil = 179.66 m<sup>2</sup> Volumen neto = 646.75 m<sup>3</sup>

### Condiciones de diseño

Interiores:

Temperatura del aire = 21.0 °C

Humedad relativa = 30.00 %

Exteriores:

Temperatura seca = -4.0 °C

Humedad relativa = 80.00 %

Temperatura del terreno = 6.5 °C

## Pérdidas de calor por conducción

	Ori. (°)	A (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Incl. (°)	e <sub>k</sub>	Carga sensible (W)
<b>Al exterior (elementos superficiales opacos)</b>						
Fachada (S)	S(180)	15.0	0.24	V(90)	1.00	89
Fachada (O)	O(270)	13.6	0.24	V(90)	1.10	89
Fachada (E)	E(90)	17.3	0.24	V(90)	1.10	113
Fachada (S)	S(180)	15.0	0.24	V(90)	1.00	89
Fachada (O)	O(270)	17.0	0.24	V(90)	1.10	111
Fachada (E)	E(90)	17.2	0.24	V(90)	1.10	112
Fachada (S)	S(180)	15.3	0.24	V(90)	1.00	91
<b>TOTAL:</b>						<b>694</b>

	Ori. (°)	A (m <sup>2</sup> )	U <sub>global</sub> (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Incl. (°)	e <sub>k</sub>	Carga sensible (W)
<b>Al exterior (huecos)</b>						
Ventana exterior	S(180)	6.8	2.03	V(90)	1.00	343
Puerta exterior	O(270)	3.6	2.00	V(90)	1.10	196
Ventana exterior	S(180)	6.8	2.03	V(90)	1.00	343
Ventana exterior	S(180)	6.8	2.03	V(90)	1.00	343
<b>TOTAL:</b>						<b>1224</b>

	Long. (m)	Y (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Carga sensible (W)
<b>Al exterior (puentes térmicos lineales)</b>			
Exterior	4.50	0.00	0
Exterior	4.50	0.00	0
Exterior	3.00	0.00	0
Exterior	1.70	0.00	0
Exterior	4.20	0.00	0
Exterior	4.50	0.00	0
Exterior	4.50	0.00	0
Exterior	3.00	0.00	0
Exterior	4.50	0.00	0

IAM7. PROYECTO DE INSTALACIONES

Exterior	4.50	0.00	0
Exterior	3.00	0.00	0
Exterior	4.78	0.18	22
Exterior	4.73	0.18	21
Exterior	6.04	0.18	27
Exterior	6.12	0.18	28
Exterior	6.04	0.18	27
Exterior	4.78	0.18	22
Exterior	4.81	0.18	22
Exterior	3.60	0.10	9
Exterior	3.60	0.10	9

**TOTAL: 186**

A (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	b <sub>u</sub>	Incl. (°)	Carga sensible (W)
------------------------	------------------------------	----------------	--------------	-----------------------

**A través de un espacio no calentado (elementos superficiales)**

Forjado entre pisos	179.7	0.36	0.65	H(180)	1054
---------------------	-------	------	------	--------	------

**TOTAL: 1054**

A (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	T <sub>ad</sub> (°C)	Incl. (°)	Carga sensible (W)
------------------------	------------------------------	-------------------------	--------------	-----------------------

**Hacia espacios calentados a diferente temperatura**

Tabique	8.0	1.41	22.0	V(90)	-11
Tabique	10.8	1.41	22.0	V(90)	-15
Tabique	8.2	1.41	22.0	V(90)	-12
Tabique	1.5	1.41	22.0	V(90)	-2
Tabique	3.8	1.41	22.0	V(90)	-5
Tabique	2.4	1.41	22.0	V(90)	-3
Tabique	11.2	1.41	22.0	V(90)	-16
Tabique	6.3	1.41	10.0	V(90)	98
Puerta interior	1.7	2.00	22.0	V(90)	-3
Puerta interior	1.7	2.00	10.0	V(90)	37

**TOTAL: 67**

**Abreviaturas**

<b>Ori.</b>	Orientación
<b>A</b>	Superficie
<b>U</b>	Coficiente de transmisión de calor
<b>U<sub>global</sub></b>	Coficiente de transmisión térmica global del hueco
<b>e<sub>k</sub></b>	Factor de corrección por orientación
<b>b<sub>u</sub></b>	Factor de corrección del espacio adyacente
<b>Incl.</b>	Ángulo de inclinación
<b>Long.</b>	Longitud
<b>Y</b>	Coficiente de transmisión térmica lineal del puente térmico
<b>T<sub>ad</sub></b>	Temperatura interior del recinto adyacente (en la transferencia de calor entre recintos de distintas zonas, se considera como temperatura interior del recinto adyacente la media entre la temperatura interior de diseño y la temperatura seca exterior).

## Pérdidas de calor por ventilación e infiltración

	Caudal de aire (l/s)	Recuperación de calor latente (W)	Recuperación de calor sensible (W)	Carga latente (W)	Carga sensible (W)
<b>Ventilación</b>					
Ventilación	500	0	-10755	0	4609
Infiltración	225	-	-	0	6901
<b>TOTAL:</b>				<b>0</b>	<b>11510</b>

## Carga total de calefacción

Carga total por unidad de superficie (W/m²)	Factor de calor sensible	Carga latente (W)	Mayoración de la carga latente (0.0%) (W)	Carga sensible (W)	Mayoración de la carga sensible (5.0%) (W)	CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN
86.12	1.00	0	0	14735	737	<b>15472 W</b>

## Carga máxima de calefacción

**Recinto:** vestuario adaptado

**Zona:** Zona 1

Superficie útil = 6.02 m² Volumen neto = 21.69 m³

### Condiciones de diseño

Interiores:

Temperatura del aire = 22.0 °C

Humedad relativa = 30.00 %

Exteriores:

Temperatura seca = -4.0 °C

Humedad relativa = 80.00 %

Temperatura del terreno = 6.5 °C

## Pérdidas de calor por conducción

	Ori. (°)	A (m²)	U (W/(m²·K))	Incl. (°)	e <sub>k</sub>	Carga sensible (W)
<b>Al exterior (elementos superficiales opacos)</b>						
Fachada (N)	N(0)	6.4	0.25	V(90)	1.20	50
Fachada (O)	O(270)	6.5	0.25	V(90)	1.10	46
Fachada (O)	O(270)	0.8	0.24	V(90)	1.10	5
Cubierta	N(0)	6.0	0.29	H(0)	1.20	55
<b>TOTAL:</b>						<b>156</b>

	Ori. (°)	A (m²)	U <sub>global</sub> (W/(m²·K))	Incl. (°)	e <sub>k</sub>	Carga sensible (W)
<b>Al exterior (huecos)</b>						
Puerta exterior	N(0)	2.7	2.00	V(90)	1.20	170
Ventana exterior	O(270)	0.7	2.03	V(90)	1.10	39
<b>TOTAL:</b>						<b>210</b>

	Long. (m)	Y (W/(m <sup>2</sup> .K))	Carga sensible (W)
<b>Al exterior (puentes térmicos lineales)</b>			
Exterior	1.30	0.00	0
Exterior	4.20	0.00	0
Exterior	0.90	0.00	0
Exterior	0.90	0.00	0
Exterior	1.50	0.00	0
Exterior	1.98	0.18	9
Exterior	2.54	0.18	12
Exterior	3.60	0.10	9
Exterior	1.98	0.70	36
Exterior	0.22	0.10	1
Exterior	2.54	0.50	33
<b>TOTAL:</b>			<b>100</b>

<b>A través de un espacio no calentado (elementos superficiales)</b>					
Forjado entre pisos	6.0	0.36	0.65	H(180)	37
<b>TOTAL:</b>					<b>37</b>

#### Abreviaturas

<b>Ori.</b>	Orientación
<b>A</b>	Superficie
<b>U</b>	Coefficiente de transmisión de calor
<b>U<sub>global</sub></b>	Coefficiente de transmisión térmica global del hueco
<b>e<sub>k</sub></b>	Factor de corrección por orientación
<b>b<sub>u</sub></b>	Factor de corrección del espacio adyacente
<b>Incl.</b>	Ángulo de inclinación
<b>Long.</b>	Longitud
<b>Y</b>	Coefficiente de transmisión térmica lineal del puente térmico

#### Pérdidas de calor por ventilación e infiltración

	Caudal de aire (l/s)	Recuperación de calor latente (W)	Recuperación de calor sensible (W)	Carga latente (W)	Carga sensible (W)
<b>Ventilación</b>					
Infiltración	8	-	-	0	241
<b>TOTAL:</b>				<b>0</b>	<b>241</b>

#### Carga total de calefacción

Carga total por unidad de superficie (W/m <sup>2</sup> )	Factor de calor sensible	Carga latente (W)	Mayoración de la carga latente (0.0%) (W)	Carga sensible (W)	Mayoración de la carga sensible (5.0%) (W)	CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN
129.48	1.00	0	0	743	37	<b>780 W</b>

## Carga máxima de calefacción

Recinto: Profesor

Zona: Zona 1

Superficie útil = 5.34 m<sup>2</sup> Volumen neto = 19.23 m<sup>3</sup>

### Condiciones de diseño

Interiores:

Temperatura del aire = 22.0 °C

Humedad relativa = 30.00 %

Exteriores:

Temperatura seca = -4.0 °C

Humedad relativa = 80.00 %

Temperatura del terreno = 6.5 °C

## Pérdidas de calor por conducción

	Ori. (°)	A (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Incl. (°)	e <sub>k</sub>	Carga sensible (W)
<b>Al exterior (elementos superficiales opacos)</b>						
Fachada (O)	O(270)	6.3	0.25	V(90)	1.10	45
Cubierta	N(0)	4.9	0.29	H(0)	1.20	44
<b>TOTAL:</b>						<b>89</b>

	Ori. (°)	A (m <sup>2</sup> )	U <sub>global</sub> (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Incl. (°)	e <sub>k</sub>	Carga sensible (W)
<b>Al exterior (huecos)</b>						
Ventana exterior	O(270)	0.7	2.03	V(90)	1.10	39
<b>TOTAL:</b>						<b>39</b>

	Long. (m)	Y (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Carga sensible (W)
<b>Al exterior (puentes térmicos lineales)</b>			
Exterior	0.90	0.00	0
Exterior	0.90	0.00	0
Exterior	1.50	0.00	0
Exterior	1.94	0.18	9
Exterior	1.68	0.70	31
<b>TOTAL:</b>			<b>40</b>

	A (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	b <sub>u</sub>	Incl. (°)	Carga sensible (W)
<b>A través de un espacio no calentado (elementos superficiales)</b>					
Forjado entre pisos	5.3	0.36	0.65	H(180)	33
<b>TOTAL:</b>					<b>33</b>

A	U	T <sub>ad</sub>	Incl.	Carga sensible
---	---	-----------------	-------	----------------

IAM7. PROYECTO DE INSTALACIONES

	(m²)	(W/(m².K))	(°C)	(°)	(W)
<b>Hacia espacios calentados a diferente temperatura</b>					
Tabique	8.0	1.41	21.0	V(90)	11
Puerta interior	1.7	2.00	21.0	V(90)	3

**Pérdidas de calor por ventilación e infiltración**

	Caudal de aire (l/s)	Recuperación de calor latente (W)	Recuperación de calor sensible (W)	Carga latente (W)	Carga sensible (W)
<b>Ventilación</b>					
Infiltración	7	-	-	0	213
<b>TOTAL:</b>				<b>0</b>	<b>213</b>

**Carga total de calefacción**

Carga total por unidad de superficie (W/m²)	Factor de calor sensible	Carga latente (W)	Mayoración de la carga latente (0.0%) (W)	Carga sensible (W)	Mayoración de la carga sensible (5.0%) (W)	CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN
84.21	1.00	0	0	428	21	<b>450 W</b>

## Carga máxima de calefacción

Recinto: Vestuario Masculino

Zona: Zona 1

Superficie útil = 12.72 m<sup>2</sup> Volumen neto = 45.80 m<sup>3</sup>

### Condiciones de diseño

Interiores:

Temperatura del aire = 22.0 °C

Humedad relativa = 30.00 %

Exteriores:

Temperatura seca = -4.0 °C

Humedad relativa = 80.00 %

Temperatura del terreno = 6.5 °C

## Pérdidas de calor por conducción

	Ori. (°)	A (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Incl. (°)	e <sub>k</sub>	Carga sensible (W)
--	-------------	------------------------	------------------------------	--------------	----------------	-----------------------

### Al exterior (elementos superficiales opacos)

Fachada (N)	N(0)	9.7	0.25	V(90)	1.20	75
Cubierta	N(0)	12.2	0.29	H(0)	1.20	111

**TOTAL: 186**

	Ori. (°)	A (m <sup>2</sup> )	U <sub>global</sub> (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Incl. (°)	e <sub>k</sub>	Carga sensible (W)
--	-------------	------------------------	--	--------------	----------------	-----------------------

### Al exterior (huecos)

Ventana exterior	N(0)	1.4	2.03	V(90)	1.20	86
------------------	------	-----	------	-------	------	----

**TOTAL: 86**

	Long. (m)	Y (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Carga sensible (W)
--	--------------	------------------------------	-----------------------

### Al exterior (puentes térmicos lineales)

Exterior	1.80	0.00	0
Exterior	1.80	0.00	0
Exterior	1.50	0.00	0
Exterior	3.08	0.18	14
Exterior	3.08	0.50	40

**TOTAL: 54**

	A (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	b <sub>u</sub>	Incl. (°)	Carga sensible (W)
--	------------------------	------------------------------	----------------	--------------	-----------------------

### A través de un espacio no calentado (elementos superficiales)

Forjado entre pisos	12.7	0.36	0.65	H(180)	78
---------------------	------	------	------	--------	----

**TOTAL: 78**

A	U	T <sub>ad</sub>	Incl.	Carga sensible
---	---	-----------------	-------	----------------

IAM7. PROYECTO DE INSTALACIONES

	(m <sup>2</sup> )	(W/(m <sup>2</sup> .K))	(°C)	(°)	(W)
<b>Hacia espacios calentados a diferente temperatura</b>					
Tabique	10.8	1.41	21.0	V(90)	15
<b>TOTAL:</b>					<b>15</b>

**Pérdidas de calor por ventilación e infiltración**

	Caudal de aire (l/s)	Recuperación de calor latente (W)	Recuperación de calor sensible (W)	Carga latente (W)	Carga sensible (W)
<b>Ventilación</b>					
Infiltración	16	-	-	0	508
<b>TOTAL:</b>				<b>0</b>	<b>508</b>

<b>Carga total de calefacción</b>						
Carga total por unidad de superficie (W/m <sup>2</sup> )	Factor de calor sensible	Carga latente (W)	Mayoración de la carga latente (0.0%)	Carga sensible (W)	Mayoración de la carga sensible (5.0%)	CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN
76.52	1.00	0	0	927	46	<b>973 W</b>

## Carga máxima de calefacción

Recinto: aseo masculino

Zona: Zona 1

Superficie útil = 9.56 m<sup>2</sup> Volumen neto = 34.41 m<sup>3</sup>

### Condiciones de diseño

Interiores:

Temperatura del aire = 22.0 °C

Humedad relativa = 30.00 %

Exteriores:

Temperatura seca = -4.0 °C

Humedad relativa = 80.00 %

Temperatura del terreno = 6.5 °C

## Pérdidas de calor por conducción

	Ori. (°)	A (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Incl. (°)	e <sub>k</sub>	Carga sensible (W)
<b>Al exterior (elementos superficiales opacos)</b>						
Fachada (E)	E(90)	1.3	0.25	V(90)	1.10	9
Fachada (N)	N(0)	7.2	0.25	V(90)	1.20	56
Cubierta	N(0)	9.2	0.29	H(0)	1.20	83
<b>TOTAL:</b>						<b>148</b>

	Ori. (°)	A (m <sup>2</sup> )	U <sub>global</sub> (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Incl. (°)	e <sub>k</sub>	Carga sensible (W)
<b>Al exterior (huecos)</b>						
Ventana exterior	N(0)	0.7	2.03	V(90)	1.20	43
<b>TOTAL:</b>						<b>43</b>

	Long. (m)	Y (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Carga sensible (W)
<b>Al exterior (puentes térmicos lineales)</b>			
Exterior	0.90	0.00	0
Exterior	0.90	0.00	0
Exterior	1.50	0.00	0
Exterior	1.93	0.18	9
Exterior	3.60	-0.10	-9
Exterior	3.60	0.10	9
Exterior	2.19	0.50	29
Exterior	0.37	0.70	7
<b>TOTAL:</b>			<b>44</b>

	A (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	b <sub>u</sub>	Incl. (°)	Carga sensible (W)
<b>A través de un espacio no calentado (elementos superficiales)</b>					
Forjado entre pisos	9.6	0.36	0.65	H(180)	58

**TOTAL: 58**

A (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> .K))	T <sub>ad</sub> (°C)	Incl. (°)	Carga sensible (W)
<b>Hacia espacios calentados a diferente temperatura</b>				
8.9	1.41	21.0	V(90)	13
8.2	1.41	21.0	V(90)	12
3.8	2.00	21.0	V(90)	8
<b>TOTAL:</b>				<b>32</b>

### Pérdidas de calor por ventilación e infiltración

	Caudal de aire (l/s)	Recuperación de calor latente (W)	Recuperación de calor sensible (W)	Carga latente (W)	Carga sensible (W)
<b>Ventilación</b>					
Infiltración	12	-	-	0	382
<b>TOTAL:</b>				<b>0</b>	<b>382</b>

### Carga total de calefacción

Carga total por unidad de superficie (W/m <sup>2</sup> )	Factor de calor sensible	Carga latente (W)	Mayoración de la carga latente (0.0%) (W)	Carga sensible (W)	Mayoración de la carga sensible (5.0%) (W)	CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN
77.68	1.00	0	0	707	35	<b>743 W</b>

## Carga máxima de calefacción

Recinto: Vestíbulo

Zona: Zona 1

Superficie útil = 7.74 m<sup>2</sup> Volumen neto = 27.88 m<sup>3</sup>

### Condiciones de diseño

Interiores:

Temperatura del aire = 21.0 °C

Humedad relativa = 30.00 %

Exteriores:

Temperatura seca = -4.0 °C

Humedad relativa = 80.00 %

Temperatura del terreno = 6.5 °C

## Pérdidas de calor por conducción

	Ori. (°)	A (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Incl. (°)	e <sub>k</sub>	Carga sensible (W)
<b>Al exterior (elementos superficiales opacos)</b>						
Fachada (N)	N(0)	2.6	0.25	V(90)	1.20	19
Cubierta	N(0)	7.4	0.29	H(0)	1.20	64
<b>TOTAL:</b>						<b>83</b>

	Ori. (°)	A (m <sup>2</sup> )	U <sub>global</sub> (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Incl. (°)	e <sub>k</sub>	Carga sensible (W)
<b>Al exterior (huecos)</b>						
Puerta exterior	N(0)	3.6	2.00	V(90)	1.20	214
<b>TOTAL:</b>						<b>214</b>

	Long. (m)	Y (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Carga sensible (W)
<b>Al exterior (puentes térmicos lineales)</b>			
Exterior	1.70	0.00	0
Exterior	4.20	0.00	0
Exterior	3.60	-0.10	-9
Exterior	3.60	-0.10	-9
Exterior	1.70	0.70	30
<b>TOTAL:</b>			<b>12</b>

	A (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	b <sub>u</sub>	Incl. (°)	Carga sensible (W)
<b>A través de un espacio no calentado (elementos superficiales)</b>					
Forjado entre pisos	7.7	0.36	0.65	H(180)	45
<b>TOTAL:</b>					<b>45</b>

	A (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	T <sub>ad</sub> (°C)	Incl. (°)	Carga sensible (W)
<b>Hacia espacios calentados a diferente temperatura</b>					
Tabique	9.2	1.41	22.0	V(90)	-13

**IAM7. PROYECTO DE INSTALACIONES**

Tabique	8.9	1.41	22.0	V(90)	-13
Puerta interior	3.4	2.00	22.0	V(90)	-7
Puerta interior	3.8	2.00	22.0	V(90)	-8
<b>TOTAL:</b>					<b>-40</b>

**Pérdidas de calor por ventilación e infiltración**

	Caudal de aire (l/s)	Recuperación de calor latente (W)	Recuperación de calor sensible (W)	Carga latente (W)	Carga sensible (W)
<b>Ventilación</b>					
Infiltración	6	-	-	0	197
<b>TOTAL:</b>				<b>0</b>	<b>197</b>

**Carga total de calefacción**

Carga total por unidad de superficie (W/m²)	Factor de calor sensible	Carga latente (W)	Mayoración de la carga latente (0.0%) (W)	Carga sensible (W)	Mayoración de la carga sensible (5.0%) (W)	CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN
69.43	1.00	0	0	512	26	<b>538 W</b>

## Carga máxima de calefacción

Recinto: Aseo Femenino

Zona: Zona 1

Superficie útil = 9.11 m<sup>2</sup> Volumen neto = 32.78 m<sup>3</sup>

### Condiciones de diseño

Interiores:

Temperatura del aire = 22.0 °C

Humedad relativa = 30.00 %

Exteriores:

Temperatura seca = -4.0 °C

Humedad relativa = 80.00 %

Temperatura del terreno = 6.5 °C

## Pérdidas de calor por conducción

	Ori. (°)	A (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Incl. (°)	e <sub>k</sub>	Carga sensible (W)
<b>Al exterior (elementos superficiales opacos)</b>						
Fachada (O)	O(270)	1.3	0.25	V(90)	1.10	9
Fachada (N)	N(0)	4.7	0.25	V(90)	1.20	36
Fachada (N)	N(0)	2.5	0.24	V(90)	1.20	18
Cubierta	N(0)	8.7	0.29	H(0)	1.20	79

**TOTAL: 143**

	Ori. (°)	A (m <sup>2</sup> )	U <sub>global</sub> (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Incl. (°)	e <sub>k</sub>	Carga sensible (W)
<b>Al exterior (huecos)</b>						
Ventana exterior	N(0)	0.7	2.03	V(90)	1.20	43

**TOTAL: 43**

	Long. (m)	Y (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Carga sensible (W)
<b>Al exterior (puentes térmicos lineales)</b>			
Exterior	0.90	0.00	0
Exterior	0.90	0.00	0
Exterior	1.50	0.00	0
Exterior	1.48	0.18	7
Exterior	3.60	-0.10	-9
Exterior	3.60	0.10	9
Exterior	0.37	0.70	7
Exterior	1.48	0.50	19

**TOTAL: 33**

	A (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	b <sub>u</sub>	Incl. (°)	Carga sensible (W)
<b>A través de un espacio no calentado (elementos superficiales)</b>					

IAM7. PROYECTO DE INSTALACIONES

Forjado entre pisos	9.1	0.36	0.65	H(180)	56
<b>TOTAL:</b>					<b>56</b>
	<b>A</b> (m <sup>2</sup> )	<b>U</b> (W/(m <sup>2</sup> ·K))	<b>T<sub>ad</sub></b> (°C)	<b>Incl.</b> (°)	<b>Carga sensible</b> (W)
<b>Hacia espacios calentados a diferente temperatura</b>					
Tabique	1.5	1.41	21.0	V(90)	2
Tabique	3.8	1.41	21.0	V(90)	5
Tabique	2.4	1.41	21.0	V(90)	3
Tabique	9.2	1.41	21.0	V(90)	13
Puerta interior	3.4	2.00	21.0	V(90)	7
<b>TOTAL:</b>					<b>31</b>

### Pérdidas de calor por ventilación e infiltración

	Caudal de aire (l/s)	Recuperación de calor latente (W)	Recuperación de calor sensible (W)	Carga latente (W)	Carga sensible (W)
<b>Ventilación</b>					
Infiltración	11	-	-	0	364
<b>TOTAL:</b>				<b>0</b>	<b>364</b>

### Carga total de calefacción

Carga total por unidad de superficie (W/m <sup>2</sup> )	Factor de calor sensible	Carga latente (W)	Mayoración de la carga latente (0.0%) (W)	Carga sensible (W)	Mayoración de la carga sensible (5.0%) (W)	CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN
77.12	1.00	0	0	669	33	<b>702 W</b>

Carga máxima de calefacción						
Recinto: Vestuario Femenino			Zona: Zona 1			
Superficie útil = 12.88 m²   Volumen neto = 46.37 m³						
Condiciones de diseño						
Interiores:			Exteriores:			
Temperatura del aire = 22.0 °C			Temperatura seca = -4.0 °C			
Humedad relativa = 30.00 %			Humedad relativa = 80.00 %			
			Temperatura del terreno = 6.5 °C			
Pérdidas de calor por conducción						
	Ori.	A	U	Incl.	e <sub>k</sub>	Carga sensible
	(°)	(m²)	(W/(m²·K))	(°)		(W)
Al exterior (elementos superficiales opacos)						
Fachada (N)	N(0)	9.8	0.25	V(90)	1.20	76
Cubierta	N(0)	12.4	0.29	H(0)	1.20	113
TOTAL:						189
	Ori.	A	U <sub>global</sub>	Incl.	e <sub>k</sub>	Carga sensible
	(°)	(m²)	(W/(m²·K))	(°)		(W)
Al exterior (huecos)						
Ventana exterior	N(0)	1.4	2.03	V(90)	1.20	86
TOTAL:						86
	Long.	Y		Carga sensible		
	(m)	(W/(m²·K))		(W)		
Al exterior (puentes térmicos lineales)						
Exterior	1.80	0.00		0		
Exterior	1.80	0.00		0		
Exterior	1.50	0.00		0		
Exterior	3.10	0.18		15		
Exterior	3.10	0.70		56		
TOTAL:						71
	A	U	b <sub>u</sub>	Incl.	Carga sensible	
	(m²)	(W/(m²·K))		(°)	(W)	
A través de un espacio no calentado (elementos superficiales)						
Forjado entre pisos	12.9	0.36	0.65	H(180)	79	
TOTAL:						79
A	U	T <sub>ad</sub>	Incl.	Carga sensible		
(m²)	(W/(m²·K))	(°C)	(°)	(W)		
Hacia espacios calentados a diferente temperatura						
15.2	1.41	10.0	V(90)	258		

11.2	1.41	21.0	V(90)	16
<b>TOTAL:</b>				<b>274</b>

### Pérdidas de calor por ventilación e infiltración

	Caudal de aire (l/s)	Recuperación de calor latente (W)	Recuperación de calor sensible (W)	Carga latente (W)	Carga sensible (W)
<b>Ventilación</b>					
Infiltración	16	-	-	0	515
<b>TOTAL:</b>				<b>0</b>	<b>515</b>

### Carga total de calefacción

Carga total por unidad de superficie (W/m²)	Factor de calor sensible	Carga latente (W)	Mayoración de la carga latente (0.0%) (W)	Carga sensible (W)	Mayoración de la carga sensible (5.0%) (W)	CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN
98.82	1.00	0	0	1212	61	<b>1273 W</b>

## Carga máxima de calefacción

Recinto: Pista 2

Zona: Zona 1

Superficie útil = 10.00 m<sup>2</sup> Volumen neto = 365.17 m<sup>3</sup>

### Condiciones de diseño

Interiores:

Temperatura del aire = 21.0 °C

Humedad relativa = 30.00 %

Exteriores:

Temperatura seca = -4.0 °C

Humedad relativa = 80.00 %

Temperatura del terreno = 6.5 °C

## Pérdidas de calor por conducción

	Ori. (°)	A (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Incl. (°)	e <sub>k</sub>	Carga sensible (W)
<b>Al exterior (elementos superficiales opacos)</b>						
Fachada (S)	S(180)	12.2	0.24	V(90)	1.00	72
Fachada (O)	O(270)	9.7	0.24	V(90)	1.10	63
Fachada (N)	N(0)	32.5	0.24	V(90)	1.20	229
Fachada (E)	E(90)	8.4	0.24	V(90)	1.10	55
Fachada (S)	S(180)	12.2	0.24	V(90)	1.00	72
Fachada (O)	O(270)	8.4	0.24	V(90)	1.10	55
Fachada (E)	E(90)	9.7	0.24	V(90)	1.10	63
Fachada (S)	S(180)	12.4	0.24	V(90)	1.00	73
Cubierta	N(0)	180.8	0.24	H(0)	1.20	1306
<b>TOTAL:</b>						<b>1990</b>

	Long. (m)	Y (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Carga sensible (W)
<b>Al exterior (puentes térmicos lineales)</b>			
Exterior	2.02	0.10	5
Exterior	2.02	0.10	5
Exterior	1.75	0.10	4
Exterior	1.75	0.00	0
Exterior	4.78	0.10	12
Exterior	4.73	0.10	12
Exterior	6.04	0.10	15
Exterior	6.12	0.10	15
Exterior	6.04	0.10	15
Exterior	4.78	0.10	12
Exterior	4.81	0.10	12
<b>TOTAL:</b>			<b>108</b>

<b>Carga total de calefacción</b>						
<b>Carga total por unidad de superficie</b>	<b>Factor de calor sensible</b>	<b>Carga latente</b>	<b>Mayoración de la carga latente (0.0%)</b>	<b>Carga sensible</b>	<b>Mayoración de la carga sensible (5.0%)</b>	<b>CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN</b>
(W/m²)		(W)	(W)	(W)	(W)	
220.21	1.00	0	0	2097	105	<b>2202 W</b>

## 1.6. ANEXO II: TABLAS DE DIMENSIONADO DE LOS CIRCUITOS DE CALEFACCIÓN

CALCULO RED HIDRAULICA SISTEMA DE CALEFACCIÓN																	
Tubería		Acero negro UNE EN 10255-M				Caudal máximo por tramo											
CIRCUITO:		CIRCUITO HIDRAULICO CLIMATIZACIÓN															
Tramo						Accesorios 1 tramo			Longitud		Pérd. 2 tramos						
Inicio	Fin	Ø	Ø inter.	mat.	Caudal l/h	nº codos	nº tes paso recto	valvulería (long. equiv.)	Longitud	Long. equiv. acces.	Long. 2 tramos	Total metros	bar	m.c.a.	acumu- ladas	mmca / m tramo	V agua m/s
a-b	b	3/4"	21,6	ac	360	2			8,00	4,02	24,04	24,04	0,02	0,18	0,18	7,5	0,5
b-c	c	3/4"	27,3	ac	720		2		3,00	1,60	9,20	9,20	0,01	0,08	0,26	8,7	0,7
c-d	d	1"	27,3	ac	1.080		2		8,00	0,60	17,20	17,20	0,03	0,32	0,58	18,3	1,0
d-e	e	1"	27,3	ac	1.680	2	2		3,00	2,12	10,24	10,24	0,04	0,43	1,00	41,5	1,6
e-f	f	2"	53,1	ac	5.080		2		4,00	1,20	10,40	10,40	0,01	0,13	1,13	12,6	1,3
Pérdida carga circuito más alejado Ida+Ret mca						1,13											
Pérdida de carga accesorios 40% mca						0,45											
Pérdida carga batería calor mca						2,5											
Pérdida carga filtro mca						0,6											
Pérdida carga válvula retención mca						0,5											
Pérdida carga válvula equilibrado mca						1											
Pérdida total circuito Ampliación (mca)						6,19											

## 1.7. ANEXO III: TABLAS DEL DIMENSIONADO DE CONDUCTOS

<b>UTA GIMNASIO</b>													
Caudal		5000,0	m <sup>3</sup> /h										
Rejillas		6,0											
Caudal por Rejilla		833,3	m <sup>3</sup> /h										
Rugosidad		0,9	mm										
<b>Desde las rejillas hasta el Ventilador IMPULSIÓN</b>													
Tramos	Nº rejillas	Caudal m <sup>3</sup> /h	Caudal m <sup>3</sup> /s	Longitud m	Conducto		Velocidad	Diámetro	Velocidad Fi	Pérdida	Pérdida		
					Ancho (mm)	Alto (mm)	m/s	cm	m/s	mmca/m	mmca		
tramo 1-rejilla 8	1	833	0,23	3,00	360	360	1,79	39,96	1,85	0,01	<b>0,04</b>		
tramo 2-rejilla 7	2	1666	0,46	3,00	360	360	3,57	39,96	3,69	0,04	<b>0,13</b>		
tramo 3-rejilla 6	3	2500	0,69	3,00	360	360	5,36	39,96	5,54	0,09	<b>0,27</b>		
tramo 4-UTA	6	5000	1,39	12,00	450	450	6,86	49,95	7,09	0,11	<b>1,29</b>		
											<b>1,73</b>		
<b>Pérdida ACCESORIOS 50 %</b>												<b>0,86</b>	
Difusor												<b>3,1</b>	
												<b>7,42</b>	
												<b>Parcial</b>	
<b>Total pérdida de carga conducto UTA-Última rejilla IMPULSIÓN: 7,42 x 1,3= 9,7 mmca: 97 Pa</b>													

<b>UTA GIMNASIO</b>													
Caudal		5000,0	m <sup>3</sup> /h										
Rejillas		4,0											
Caudal por Rejilla		1250,0	m <sup>3</sup> /h										
Rugosidad		0,9	mm										
<b>Desde las rejillas hasta el Ventilador RETORNO</b>													
Tramos	Nº rejillas	Caudal m <sup>3</sup> /h	Caudal m <sup>3</sup> /s	Longitud m	Conducto		Velocidad	Diámetro	Velocidad Fi	Pérdida	Pérdida		
					Ancho (mm)	Alto (mm)	m/s	cm	m/s	mmca/m	mmca		
tramo 1-rejilla 5	1	1250	0,35	3,50	360	360	2,68	39,96	2,77	0,03	<b>0,09</b>		
tramo 2-rejilla 4	2	2500	0,69	5,00	360	360	5,36	39,96	5,54	0,09	<b>0,45</b>		
tramo 3-UTA	4	5000	1,39	10,00	455	455	6,71	50,50	6,93	0,10	<b>1,02</b>		
												<b>1,56</b>	
<b>Pérdida ACCESORIOS 50 %</b>												<b>0,78</b>	
Rejilla												<b>3</b>	
												<b>5,34</b>	
												<b>Parcial</b>	
<b>Total pérdida de carga conducto UTA-Última rejilla RETORNO: 5,34x 1,30= 6,9 mmca: 69 Pa</b>													

<b>Impulsión</b>													
		<b>Vestuarios</b>											
Caudal		400,0	m <sup>3</sup> /h										
Rejillas		4,0											
Caudal por Rejilla		100,0	m <sup>3</sup> /h										
Rugosidad		0,9	mm										
<b>Desde las rejillas hasta el Ventilador</b>													
Tramos	Nº rejillas	Caudal m <sup>3</sup> /h	Caudal m <sup>3</sup> /s	Longitud m	Conducto		Velocidad	Diámetro	Velocidad Fi	Pérdida	Pérdida		
					Ancho (mm)	Alto (mm)	m/s	cm	m/s	mmca/m	mmca		
tramo 1		100	0,03	6,00	100	100	2,78	11,10	2,87	0,13	0,78		
tramo 2		200	0,06	12,00	150	150	2,47	16,65	2,55	0,06	0,77		
tramo 3		400	0,11	10,00	200	150	3,70	19,18	3,85	0,11	1,14		
											<b>2,69</b>		
												<b>1,34</b>	
<b>Accesorios</b>												<b>1,5</b>	
Rejilla													
												<b>Total</b>	<b>5,53</b>

<b>Retorno</b>		<b>Vestuarios</b>										
Caudal		400,0	m3/h									
Rejillas		4,0										
Caudal por Rejilla		100,0	m3/h									
Rugosidad		0,9	mm									
<b>Desde las rejillas hasta el Ventilador</b>												
Tramos	Nº rejillas	Caudal m³/h	Caudal m³/s	Longitud m	Conducto		Velocidad	Diámetro	Velocidad Fi	Pérdida	Pérdida	
					Ancho (mm)	Alto (mm)	m/s	cm	m/s	mmca/m	mmca	
tramo 1		100	0,03	6,00	100	100	2,78	11,10	2,87	0,13	0,78	
tramo 2		200	0,06	6,00	150	150	2,47	16,65	2,55	0,06	0,38	
tramo 3		300	0,08	6,00	200	150	2,78	19,18	2,89	0,07	0,40	
tramo 4		400	0,11	16,00	200	150	3,70	19,18	3,85	0,11	1,82	
												<b>3,39</b>
<b>Accesorios</b>												
Rejilla												<b>1,70</b>
												<b>1,5</b>
								<b>Total</b>				<b>6,59</b>

## 1.8. ANEXO IV: SELECCIÓN DE EQUIPOS

### FAN-COILS CON MOTOR AC (Múltiples velocidades)

42KY (2 TUBOS)		10C		20C		30C	
	(l)	Máx	Med	Máx	Med	Máx	Med
Nº velocidades		5		5		5	
Caudal de aire	m³/h	440	380	420	360	660	525
Modo de refrigeración*							
Capacidad de refrigeración total	kW	1,70	1,53	2,60	2,28	4,34	3,54
Capacidad de refrigeración sensible	kW	1,55	1,39	2,03	1,75	3,26	2,62
Calda de presión del agua	kPa	11	9	19	15	30	20
Modo calefacción**							
Capacidad calorífica	kW	2,00	1,80	2,70	2,30	4,15	3,35
Contenido de agua	l	0,4		0,8		1,1	
Nivel de potencia sonora	dB(A)	49	46	51	47	58	51
Nivel de presión sonora***	dB(A)	37	34	39	35	46	39
Consumo	W	45	41	45	41	77	56
Intensidad	A	0,21	0,19	0,21	0,19	0,29	0,24
Clase energética Eurovent FCEER/FCCOP		E/E		E/E		D/E	
Dimensiones (alto x ancho x profundo)	mm	334x584x584		334x584x584		334x584x584	

### FAN-COILS CON MOTOR LEC (Motor EC con velocidad variable)



42NH (2 TUBOS) EC		229		239		279		289		329		339		429		439		529	
	(l)	Máx	Med	Máx	Med	Máx	Med	Máx	Med	Máx	Med	Máx	Med	Máx	Med	Máx	Med	Máx	Med
Nº velocidades		Variable		Variable		Variable		Variable		Variable		Variable		Variable		Variable		Variable	
Caudal de aire	l/s	70	64	70	64	97	85	108	96	212	125	212	124	220	131	220	131	307	213
Presión estática disponible	Pa	61	50	61	50	65	50	62	50	143	50	145	50	140	50	140	50	104	50
Modo de refrigeración*																			
Capacidad de refrigeración total	kW	1,36	1,26	1,58	1,45	2,07	1,86	2,67	2,44	2,64	1,93	3,70	2,50	3,49	2,42	4,37	2,76	4,54	3,57
Capacidad de refrigeración sensible	kW	1,09	1,00	1,22	1,11	1,61	1,44	1,97	1,79	2,38	1,68	3,04	2,00	2,92	1,98	3,44	2,17	3,89	2,98
Caudal de agua	l/s	0,07	0,06	0,08	0,07	0,10	0,09	0,13	0,12	0,13	0,10	0,19	0,12	0,18	0,12	0,22	0,13	0,22	0,17
Calda de presión del agua	kPa	21	18	16	14	27	22	25	21	33	18	45	22	30	15	47	20	43	28
Modo calefacción**																			
Capacidad calorífica	kW	1,61	1,48	1,84	1,68	2,44	2,17	3,09	2,78	3,74	2,68	4,70	3,16	4,83	3,00	5,30	3,19	6,20	4,71
Contenido de agua	l	0,4		0,5		0,5		0,6		0,7		0,9		1,0		1,3		1,4	
Nivel de potencia sonora (retorno y radiado)	dB(A)	52	50	52	50	54	52	57	54	67	54	67	54	66	54	66	54	63	53
Nivel de potencia sonora (impulsión)	dB(A)	53	51	53	51	58	55	59	56	71	59	71	59	72	62	72	62	66	57
Consumo	W	22	18	22	18	36	25	49	36	172	37	172	37	174	37	174	37	146	52
Intensidad	A	0,28	0,22	0,28	0,22	0,40	0,29	0,40	0,31	1,35	0,57	1,35	0,57	1,31	0,43	1,31	0,43	1,58	0,67
Clase energética Eurovent FCEER/FCCOP		A/A		A/A		A/A		A/A		A/A		A/A		B/A		A/A		A/A	
Dimensiones (alto x ancho x profundo)	mm	235x680x520		235x680x520		235x680x520		235x680x520		235x680x520		235x680x520		235x1050x520		235x1050x520		235x1250x520	

# HEAT PUMPS i-BX-N

004M - 035T 4,200-35,10 kW

Reversible heat pump, air source for outdoor installation

i-BX-N T			010T	013T	015T	020T	025T	030T	035T
Power supply		V/ph/Hz	400/3+N/50	400/3+N/50	400/3+N/50	400/3+N/50	400/3+N/50	400/3+N/50	400/3+N/50
<b>COOLING ONLY (GROSS VALUE)</b>									
Cooling capacity	(1)	kW	10,50	12,80	14,70	18,70	24,70	29,40	35,10
Total power input	(1)	kW	3,640	4,540	5,240	7,000	8,990	10,50	12,70
EER	(1)	kW/kW	2,885	2,819	2,805	2,671	2,747	2,800	2,764
SEER	(1)	kW/kW	4,240	4,490	4,310	3,660	3,930	3,890	3,930
<b>COOLING ONLY (EN14511 VALUE)</b>									
Cooling capacity	(1)(2)	kW	10,50	12,80	14,70	18,70	24,70	29,60	35,20
EER	(1)(2)	kW/kW	2,890	2,840	2,820	2,700	2,770	2,840	2,790
SEER	(1)(2)	kW/kW	4,290	4,580	4,380	3,990	4,030	4,000	4,010
Cooling energy class			C	C	C	C	C	C	C
<b>HEATING ONLY (GROSS VALUE)</b>									
Total heating capacity	(3)	kW	11,40	14,67	17,22	21,70	26,14	32,28	38,07
Total power input	(3)	kW	3,662	4,548	5,149	6,904	8,313	10,34	11,98
COP	(3)	kW/kW	3,115	3,231	3,340	3,145	3,141	3,136	3,175
<b>HEATING ONLY (EN14511 VALUE)</b>									
Total heating capacity	(3)(2)	kW	11,40	14,70	17,20	21,70	26,10	32,20	38,00
COP	(3)(2)	kW/kW	3,120	3,250	3,360	3,160	3,160	3,130	3,190
Cooling energy class			B	A	A	B	B	B	B
<b>ENERGY EFFICIENCY</b>									
<b>SEASONAL EFFICIENCY IN COOLING (Reg. EU 2016/2281)</b>									
<b>Ambient refrigeration</b>									
Rated, c	(10)	kW	-	-	-	-	-	-	-
SEER	(10)(11)		-	-	-	-	-	-	-
Performance ηs	(10)(12)	%	-	-	-	-	-	-	-
<b>SEASONAL EFFICIENCY IN HEATING (Reg. EU 813/2013)</b>									
PDesign	(4)	kW	8,48	10,9	12,3	16,5	21,9	24,7	28,1
SCOP	(4)(13)		3,64	3,99	3,66	3,56	3,77	3,80	3,70
Performance ηs	(4)(14)	%	142	157	144	139	148	149	145
Seasonal efficiency class	(15)		A+	A++	A+	A+	A+	A+	A+
<b>EXCHANGERS</b>									
<b>HEAT EXCHANGER USER SIDE IN REFRIGERATION</b>									
Water flow	(1)	l/s	0,502	0,612	0,703	0,894	1,181	1,406	1,679
Available unit's head	(1)	kPa	53,3	63,0	78,7	74,6	61,5	91,3	73,5
<b>HEAT EXCHANGER USER SIDE IN HEATING</b>									
Water flow	(3)	l/s	0,550	0,708	0,831	1,047	1,262	1,558	1,838
Available unit's head	(3)	kPa	50,2	47,1	71,5	60,3	55,0	80,5	61,8
<b>REFRIGERANT CIRCUIT</b>									
Compressors nr.		N°	1	1	1	1	1	1	1
No. Circuits		N°	1	1	1	1	1	1	1
Refrigerant charge		kg	3,95	4,45	5,10	6,70	8,10	10,0	11,0
<b>NOISE LEVEL</b>									
Sound power level in cooling	(5)(6)	dB(A)	69	70	74	74	75	76	77
Sound power level in heating	(5)(7)	dB(A)	69	70	74	74	75	76	77
Sound Pressure	(8)	dB(A)	54	55	59	59	59	60	61
<b>SIZE AND WEIGHT</b>									
A	(9)	mm	900	900	1450	1450	1450	1450	1700
B	(9)	mm	420	420	550	550	550	550	650
H	(9)	mm	1240	1390	1200	1200	1700	1700	1700
Operating weight	(9)	kg	115	135	180	205	265	290	325

## Notes

- 1 Point (side) cooling exchanger water (in/out) 12°C/7°C; Source (side) heat exchanger air (in) 35°C.
- 2 Values in compliance with EN14511
- 3 Point (side) heat exchanger water (in/out) 40°C/45°C; Source (side) heat exchanger air (in) 7°C ± 67% RJA.
- 4 Parameter calculated for LOW-TEMPERATURE application in AVERAGE climate conditions according to [REGULATION (EU) N. 813/2013]
- 5 Sound power on the basis of measurements made in compliance with ISO 9614.
- 6 Sound power level in cooling, outdoors.
- 7 Sound power level in heating, outdoors.
- 8 Average sound pressure level at 1m distance, unit in a free field on a reflective surface; non-binding value calculated from the sound power level.
- 9 Unit in standard configuration/execution, without optional accessories.
- 10 Parameter calculated according to [REGULATION (EU) N. 2016/2281]
- 11 Seasonal energy efficiency ratio
- 12 Seasonal space cooling energy efficiency
- 13 Seasonal coefficient of performance
- 14 Seasonal space heating energy efficiency
- 15 Energy efficiency class referred to LOW-TEMPERATURE application in AVERAGE climate conditions according to [REGULATION (EU) N. 811/2013]

The units highlighted in this publication contain HFC R410A [GWP<sub>100</sub> 2088] fluorinated greenhouse gases.  
Certified data in EUROVENT



TIP  
Version 2.0.6.03  
(13-10-21)

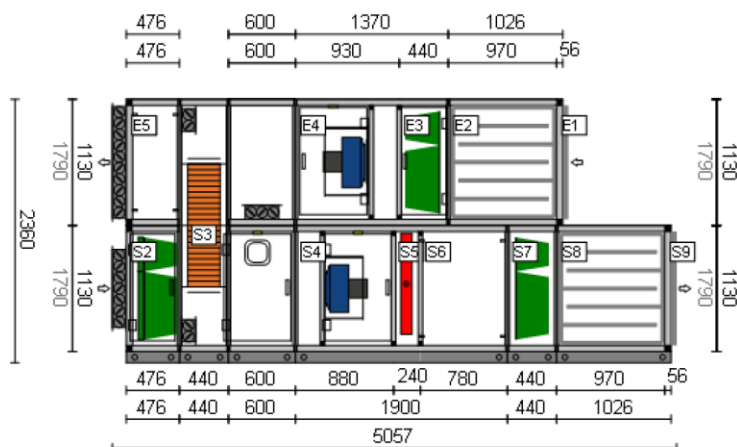
STULZ TECNIVEL S.L.  
info@stulztecnicvel.com  
www.stulztecnicvel.com



Proyecto: **GIMNASIO EL VELLÓN**  
Cliente: **CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN DE MADRID**  
Referencia: **UTA GIM VELLÓN**

Fecha: **27/10/2021**

Cantidad: **1**



#### Resumen

Modelo  
Tamaño [Impulsión / Retorno]  
Caudal de aire [Impulsión / Retorno]  
Presión estática externa [Impulsión / Retorno]  
Resistencia mecánica envolvente  
Estanqueidad de la envolvente

Fuga por derivación filtro  
Transmisión térmica  
Punto térmico  
Ancho x Alto x Longitud  
Peso  
Tejado (unidad exterior)  
Perfiles  
External panel metal skin

Chapa interior del panel

CLIMAPAC  
25.15 / 25.15  
5000 / 5000 m³/h  
160 / 160 Pa  
D1(M)  
L1(M) - L3(R) @ -400 Pa  
L1(M) - L3(R) @ +400 Pa  
F9(M)  
T2  
TB2  
1790 x 2360 x 5057 mm  
2286 kg  
No  
Painted aluminium profiles  
RAL 7032 precoated  
galvanized steel [T06]  
  
RAL 7032 precoated  
galvanized steel [T06]





TIP  
Version 2.0.6.03  
(13-10-21)

STULZ TECNIVEL S.L.  
info@stulztecnel.com  
www.stulztecnel.com



Proyecto: GIMNASIO EL VELLÓN  
Cliente: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN DE  
MADRID

Fecha: 27/10/2021

#### Eurovent Energy Efficiency Class Information (Invierno)

Subgroup: 1. Units for full or partial outdoor air at design winter temperature  $\leq 9^{\circ}\text{C}$

Energy efficiency class	A+	
Required velocity	1,4	[m/s]
Required Fan Efficiency Grade (NGref-class)	64	[%]
Required HRS efficiency (n class-T)	83	[%]
Required HRS pressure drop ( $\Delta p$ class-T)	250	[Pa]
HRS Temp. Efficiency Actual mass flow balanced	83,9	[%]
Winter Design outdoor temperature	-4,0	[°C]
Ratio de mezcla (aire recirculado/aire impulsión)	100,0	[%]
Electric re-heater	No	
Absorbed power factor (fs-Pref)	0,44	[-]



	Impulsión	Extracción	
Caudal de aire	1,39	1,39	[m³/s]
Velocity real	0,81	0,81	[m/s]
Internal static pressure	478	214	[Pa]
Total static pressure	638	374	[Pa]
Potencia consumida de la red	1,29	0,77	[kW]
Heat recovery system pressure drop real	82	96	[Pa]
Velocity correction ( $\Delta p_x$ )	-456	-136	[Pa]
HRS pressure drop correction ( $\Delta p_y$ )	-168	-154	[Pa]
HRS efficiency correction ( $\Delta p_z$ )	0	0	[Pa]
Fan reference power ( $P_{sup,Ref}$ )	3,00	1,65	[kW]

#### Eurovent Energy Efficiency Class Information (Verano)

(ASHRAE 2017 Climate Design conditons for Spain - MADRID BARAJAS)

Subgroup: 1

Energy efficiency class	A+	
Required velocity	1,4	[m/s]
Required Fan Efficiency Grade (NGref-class)	64	[%]
Required HRS efficiency (n class-T)	83	[%]
Required HRS pressure drop ( $\Delta p$ class-T)	167	[Pa]
Required HRS efficiency (n class-H)	81	[%]
Required HRS pressure drop ( $\Delta p$ class-H)	222	[Pa]
HRS Temp. Efficiency Actual mass flow balanced	85,0	[%]
HRS Wet Efficiency Actual mass flow balanced	34,4	[%]
Design dry-bulb temperature (ASHRAE 2017)	36,6	[°C]
Design dew-point temperature (ASHRAE 2017)	7,1	[°C]
Winter Design outdoor temperature	-4,0	[°C]
Ratio de mezcla (aire recirculado/aire impulsión)	100,0	[%]
Electric re-heater	No	
Absorbed power factor (fs-Pref)	0,50	[-]



	Impulsión	Extracción	
Caudal de aire	1,39	1,39	[m³/s]
Velocity real	0,81	0,81	[m/s]
Internal static pressure	478	214	[Pa]
Total static pressure	638	374	[Pa]
Potencia consumida de la red	1,29	0,77	[kW]
Heat recovery system pressure drop real	105	97	[Pa]



TIP  
Version 2.0.6.03  
(13-10-21)

STULZ TECNIVEL S.L.  
info@stulztecnel.com  
www.stulztecnel.com



Proyecto: **GIMNASIO EL VELLÓN**  
Cliente: **CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN DE MADRID**

Fecha: **27/10/2021**

Velocity correction ( $\Delta p_x$ )	<b>-430</b>	<b>-134</b>	[Pa]
HRS pressure drop correction ( $\Delta p_y$ )	<b>-62</b>	<b>-70</b>	[Pa]
HRS efficiency correction ( $\Delta p_z$ )	<b>0</b>	<b>0</b>	[Pa]
Fan reference power ( $P_{sup.Ref}$ )	<b>2,71</b>	<b>1,45</b>	[kW]

#### Sound data

Frequency band	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	dB(A)
Sound power to supply	64	73	54	49	37	21	25	34	<b>57</b>
Sound power to outdoor	60	63	63	59	53	50	43	37	<b>60</b>
Sound power to extract	59	62	47	35	24	12	17	23	<b>47</b>
Sound power to exhaust	62	69	64	65	66	61	53	43	<b>69</b>
Sound power to surroundings (Airborne)	69	65	58	67	58	45	29	16	<b>65</b>
Casing insertion loss	0	17	17	11	18	26	37	47	
Sound pressure level on the outside of the casing in free field conditions at a distance of 1,5 m.									<b>54</b>

#### Erp Información

Tipo de unidad	<b>(NR-BVU) Non-Residential Bidirectional Ventilation Unit</b>		
Heat recovery system (HRS)	<b>Recuperador rotativo</b>		
Requisitos	<b>Erp 2018</b>	<b>Seleccionado</b>	
Fan speed regulation	Requerido	<b>(Impulsión/Retorno)</b>	
Filter differential pressure monitoring	Requerido	<b>(Aprobado/Aprobado)</b>	
(HRS) with thermal by-pass	Requerido	<b>(Aprobado/Aprobado)</b>	
Power input (reference unit)		406/311	[W]
Internal pressure drop (reference unit)		116/104	[Pa]
Thermal dry efficiency (EN 308)	73,0	85,0	[%]
Internal SFP value (reference unit)	1252	169+100 = 269	[W/m³/s]
Resultado	<b>Aprobado</b>		



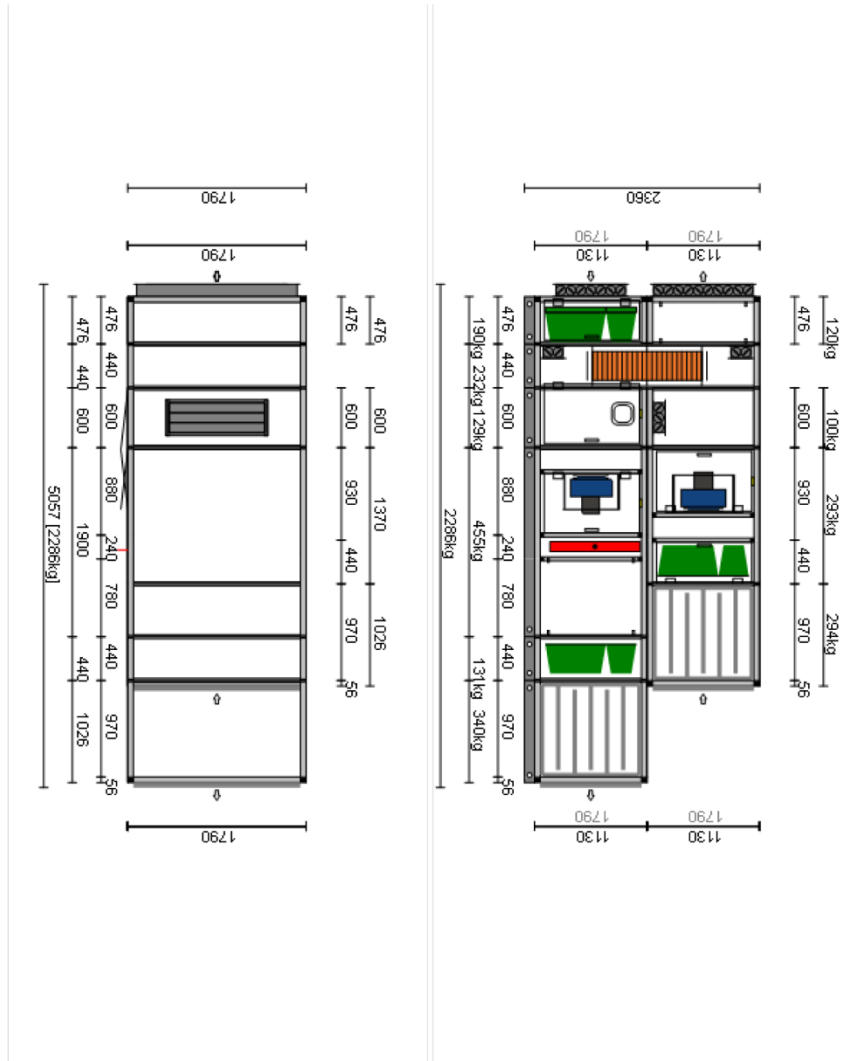
TIP  
Version 2.0.6.03  
(13-10-21)

STULZ TECNIVEL S.L.  
info@stulztecnicvel.com  
www.stulztecnicvel.com



Proyecto: GIMNASIO EL VELLON  
Cliente: CONSEJERIA DE EDUCACIÓN DE MADRID

Fecha: 27/10/2021





TIP  
Version 2.0.6.03  
(13-10-21)

STULZ TECNIVEL S.L.  
info@stulztecnel.com  
www.stulztecnel.com



Proyecto: GIMNASIO EL VELLÓN  
Cliente: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN DE  
MADRID

Fecha: 27/10/2021

(S1) Sección de entrada/salida

Tipo	Compuerta	
Regulación	Proporcional	
Ancho x Alto (mm)	1350 x 710	[mm]
Caudal de aire	5000	[m³/h]
Velocidad frontal	1,4	[m/s]
Pérdida carga en aire	1	[Pa]
Louver + Bird Protection	No	
Puerta/Panel de acceso/Luz/Mirilla	No/No/No/No	

(S2) Sección de filtros - Prefiltro

Tipo	Prefiltro	
Eficacia filtrante	G4CoarseEff50	
Velocidad frontal	1,14	[m/s]
Limpio/Considerada/Final	21/85/150	[Pa]

(S2) Sección de filtros - Filtro compacto

Tipo	Filtro compacto	
Eficacia filtrante	M6Pm10Eff70	
Velocidad frontal	1,14	[m/s]
Limpio/Considerada/Final	18/109/200	
Extracción por carril	Sí	
Stainless steel frames	No	
Tomas de presión/Manómetro/Presostato/Sonda de presión	Sí/Sí/Sí/No	

(S3) Sección de recuperador rotativo

Modelo	RRU(ECO)-E-E14-1100/1100-1050		
Tipo	Entálpico		
Velocidad rotor	Constante		
	Impulsión	Retorno	
Caudal de aire	1800	1800	[m³/h]
<b>INVIERNO</b>			
Pérdida carga en aire	82	96	[Pa]
Temperatura bulbo seco	-4,0/17,3	21,0/0,4	[°C]
(Entrada/Salida)			
Humedad relativa (Entrada/Salida)	90,0/50,3	50,0/95,0	[%]
Densidad del aire (Entrada/Salida)	1,3/1,2	1,2/1,3	[kg/m³/h]
Eficiencia en temperatura	85,0		[%]
Eficiencia en humedad	70,1		[%]
Potencia sensible recuperada	12,9		[kW]
Potencia latente recuperada	5,6		[kW]
Potencia total recuperada	18,5		[kW]
<b>VERANO</b>			
Pérdida carga en aire	105	97	[Pa]
Temperatura bulbo seco	36,6/25,9	24,0/34,7	[°C]
(Entrada/Salida)			
Humedad relativa (Entrada/Salida)	16,4/35,1	50,0/24,0	[%]
Densidad del aire (Entrada/Salida)	1,1/1,2	1,2/1,1	[kg/m³/h]
Eficiencia en temperatura	85,0		[%]
Eficiencia en humedad	34,4		[%]



TIP  
Version 2.0.6.03  
(13-10-21)

STULZ TECNIVEL S.L.  
info@stulzteclevel.com  
www.stulzteclevel.com



Proyecto: GIMNASIO EL VELLÓN  
Cliente: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN DE  
MADRID

Fecha: 27/10/2021

Potencia sensible recuperada	6,5		[kW]
Potencia latente recuperada	1,6		[kW]
Potencia total recuperada	4,9		[kW]
By-pass	Sí (950x210)	Sí (950x210)	

(I) Sección de free-cooling

Regulación	Proporcional				
Compuerta	Aire exterior	Aire extracción	Mezcla		
Ancho x Alto (mm)	-	-	950 x 310	mm	
Caudal de aire	-	-	5000	m³/h	
Velocidad frontal	-	-	4,7	m/s	
Pérdida carga en aire	-	-		Pa	
Puerta/Panel de acceso/Luz/Mirilla	Sí/No/LED (IP 20)/Sí	No/No/No/No			

(S4) Sección de ventilador Plug-Fan

VENTILADOR									
Marca/Modelo	ZIEHL-ABEGG/GR40I-ZID.DG.CR								
Tipo/Ventiladores/Disposición/Guard grille	Plug-Fan/1/1x1/No								
k-factor	180								
Caudal de aire	5000								[m³/h]
Presión estática externa	160								[Pa]
Presión estática/Presión dinámica/Presión total	638/21/659								[Pa]
Velocidad ventilador	2003								[rpm]
Corriente en punto de trabajo	2,01								[A]
Potencia consumida de la red	1292								[W]
SFP	931								[W/m³/s]
Eficiencia estática del sistema / Eficiencia total del sistema	68,6 / 70,8								[%]
Puerta/Panel de acceso/Luz/Mirilla/Power interrupt switch	Sí/No/LED (IP 20)/No/No								
MOTOR									
Tecnología del motor	EC								
Potencia del motor	2,50								[kW]
Current draw	4,00								[A]
Power supply	400V/3Ph/50Hz								
IP	55								
Velocidad máxima	2500								[rpm]
FAN INTELLIGENT SENSOR									
Modelo	No incluido								
FOP	8,0								[V]
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	dB(A)
Sound power level at fan inlet	66	72	72	68	65	62	59	58	71
Sound power level at fan outlet	69	82	75	78	76	71	66	63	80

(S5) Sección batería calefacción por agua - Batería calor

<b>POTENCIA</b>				
Potencia total	19,64		kW	
<b>CONDICIONES DEL AIRE</b>				
Caudal de aire	5000		m³/h	
Velocidad frontal	1,10		m/s	
Pérdida carga en aire	7		Pa	



TIP  
Version 2.0.6.03  
(13-10-21)

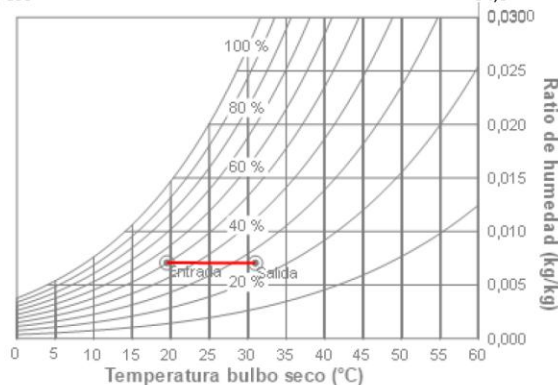
STULZ TECNIVEL S.L.  
info@stulztecnel.com  
www.stulztecnel.com



Proyecto: GIMNASIO EL VELLÓN  
Cliente: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN DE  
MADRID

Fecha: 27/10/2021

Densidad del aire (Entrada / Salida)	1,193 / 1,148	kg/m <sup>3</sup>
Temperatura bulbo seco (Entrada / Salida)	19,5 / 31,0	°C
Temperatura húmeda (Entrada / Salida)	13,4 / 17,6	°C
Punto de rocío (Entrada / Salida)	8,9 / 8,9	°C
Humedad relativa (Entrada / Salida)	50,3 / 25,3	%
Ratio de humedad (Entrada / Salida)	7,1 / 7,1	g/kg
Entalpía (Entrada / Salida)	37,6 / 49,3	kJ/kg
Condensación	0,1	l/h
<b>CONDICIONES FLUIDO</b>		
Tipo	Agua	
Temperatura de entrada / Temperatura de salida)	45,0 / 40,0	°C
Caudal del fluido	3415,7	l/h
Pérdida de carga fluido	16,90	kPa
<b>MODELO: CU-AL-FEZN P3012AC 2R-30T-1397A-3.0PA 10C 1"</b>		
Número de baterías	1	
Tubo (Espesor) / Tipo / Diámetro exterior	Cu (0,35) / - / 12,45 mm	
Aletas (Espesor) / Tipo / Espacio entre aletas	Al (0,11) / AlStd / 3,0 mm	
Filas / Circuitos / Tubos / Longitud aleteada	2 / 10 / - mm	
Material colector / Acabado	- / -	
Diámetro colector (Entrada - Salida)	1 - 1	"
Volumen interno	12,2	dm <sup>3</sup>
Peso	34,0	kg



**(S6) Sección de plenum**

Longitud	760	mm
Puerta/Panel de acceso/Luz/Mirilla	No/Si/No/No	
Bandeja recogida condensados (INOX)	No	

**(S7) Sección de filtros - Filtro compacto**

Tipo	Filtro compacto	
Eficacia filtrante	F8Pm1Eff70	
Velocidad frontal	1,14	[m/s]
Limpio/Considerada/Final	25/163/300	
Extracción por carril	No	
Stainless steel frames	No	



TIP  
Version 2.0.6.03  
(13-10-21)

STULZ TECNIVEL S.L.  
info@stulztecnel.com  
www.stulztecnel.com



Proyecto: GIMNASIO EL VELLÓN  
Cliente: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN DE  
MADRID

Fecha: 27/10/2021

Tomas de presión/Manómetro/Presostato/Sonda de presión						Si/Si/Si/No				
(S8) Sección de silenciador										
Modelo	SIR.M300-900									
Caudal de aire	5000 m³/h									
Pérdida carga en aire	4 Pa									
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	dB(A)	
Fuente sonora	69	82	75	78	76	71	66	63	80	
Atenuación acústica	2	6	16	23	32	41	29	15		
Resultado	67	76	59	55	44	30	37	48	61	
(S9) Sección de entrada/salida										
Tipo						Marco conexión				
Regulación						Ninguno				
Ancho x Alto (mm)						1680 x 1020 [mm]				
Caudal de aire						5000 [m³/h]				
Velocidad frontal						0,8 [m/s]				
Pérdida carga en aire						0 [Pa]				
Louver + Bird Protection						No				
Puerta/Panel de acceso/Luz/Mirilla						No/No/No/No				
(E1) Sección de entrada/salida										
Tipo						Marco conexión				
Regulación						Ninguno				
Ancho x Alto (mm)						1680 x 1020 [mm]				
Caudal de aire						5000 [m³/h]				
Velocidad frontal						0,8 [m/s]				
Pérdida carga en aire						0 [Pa]				
Louver + Bird Protection						No				
Puerta/Panel de acceso/Luz/Mirilla						No/No/No/No				
(E2) Sección de silenciador										
Modelo	SIR.M300-900									
Caudal de aire	5000 m³/h									
Pérdida carga en aire	4 Pa									
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	dB(A)	
Fuente sonora	63	70	66	62	61	59	54	47	66	
Atenuación acústica	2	6	16	23	32	41	29	15		
Resultado	61	64	50	39	29	18	25	32	49	
(E3) Sección de filtros - Filtro compacto										
Tipo						Filtro compacto				
Eficacia filtrante						M6Pm10Eff70				
Velocidad frontal						1,14 [m/s]				
Limpio/Considerada/Final						18/109/200				
Extracción por carril						Si				
Stainless steel frames						No				
Tomas de presión/Manómetro/Presostato/Sonda de presión						Si/Si/Si/No				



TIP  
Version 2.0.6.03  
(13-10-21)

STULZ TECNIVEL S.L.  
info@stulztecnel.com  
www.stulztecnel.com



Proyecto: GIMNASIO EL VELLÓN  
Cliente: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN DE  
MADRID

Fecha: 27/10/2021

(E4) Sección de ventilador Plug-Fan

**VENTILADOR**

Marca/Modelo	ZIEHL-ABEGG/GR45I-ZID.DG.CR	
Tipo/Ventiladores/Disposición/Guard grille	Plug-Fan/1/1x1/No	
k-factor	220	
Caudal de aire	5000	[m³/h]
Presión estática externa	160	[Pa]
Presión estática/Presión dinámica/Presión total	374/13/387	[Pa]
Velocidad ventilador	1385	[rpm]
Corriente en punto de trabajo	1,28	[A]
Potencia consumida de la red	768	[W]
SFP	553	[W/m³/s]
Eficiencia estática del sistema / Eficiencia total del sistema	67,6 / 70,0	[%]
Puerta/Panel de acceso/Luz/Mirilla/Power interrupt switch	Sí/No/LED (IP 20)/No/No	

**MOTOR**

Tecnología del motor	EC	
Potencia del motor	2,40	[kW]
Current draw	3,90	[A]
Power supply	400V/3Ph/50Hz	
IP	55	
Velocidad máxima	2050	[rpm]

**FAN INTELLIGENT SENSOR**

Modelo	No incluido	
FOP	6,8	[V]

	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	dB(A)
Sound power level at fan inlet	63	70	66	62	61	59	54	47	66
Sound power level at fan outlet	65	75	69	69	72	66	59	53	74

(E5) Sección de plenum

Longitud	400	mm
Puerta/Panel de acceso/Luz/Mirilla	No/Sí/No/No	
Bandeja recogida condensados (INOX)	No	

(E6) Sección de entrada/salida

Tipo	Compuerta	
Regulación	Proporcional	
Ancho x Alto (mm)	1600 x 1010	[mm]
Caudal de aire	5000	[m³/h]
Velocidad frontal	0,9	[m/s]
Pérdida carga en aire	0	[Pa]
Louver + Bird Protection	No	
Puerta/Panel de acceso/Luz/Mirilla	No/No/No/No	



TIP  
Version 2.0.6.03  
(13-10-21)

STULZ TECNIVEL S.L.  
info@stulztecnel.com  
www.stulztecnel.com



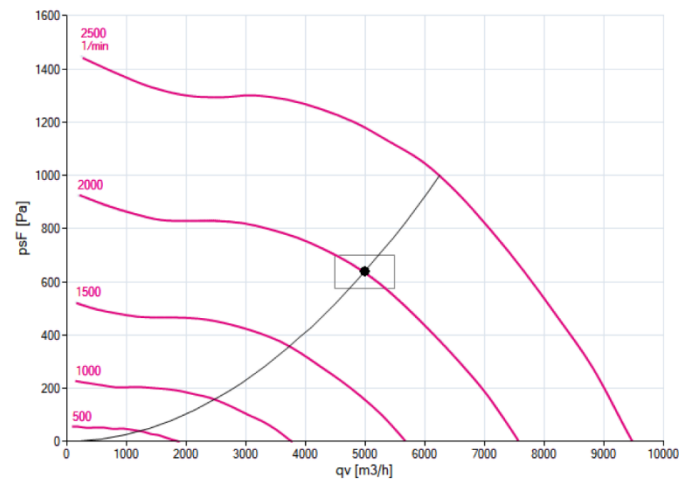
Proyecto: GIMNASIO EL VELLÓN  
Cliente: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN DE  
MADRID

Fecha: 27/10/2021

## Gráficos

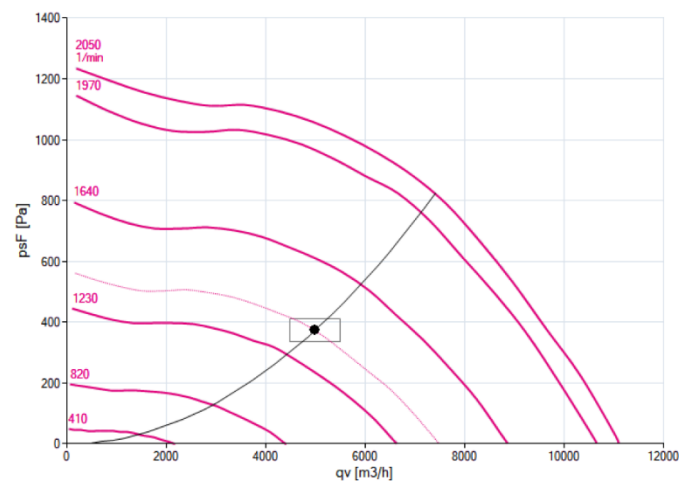
### Ventilador (Impulsión): 1x GR40I-ZID.DG.CR

GR40I-ZID.DG.CR



### Ventilador (Retorno): 1x GR45I-ZID.DG.CR

GR45I-ZID.DG.CR





TIP  
Version 2.0.6.03  
(13-10-21)

STULZ TECNIVEL S.L.  
info@stulztecnel.com  
www.stulztecnel.com



Proyecto: GIMNASIO EL VELLÓN  
Cliente: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN DE  
MADRID

Fecha: 27/10/2021

#### Cuadro eléctrico + cuadro de control

En el exterior del equipo.

Por favor, compruebe que se ha reservado espacio en el exterior de la unidad

Width x Height x Depth = 600x800x300 mm.

#### Descripción del cuadro eléctrico.

Cuadro eléctrico en armario exterior.

#### Configuración del control integrado.

---

##### Comunicación con BMS: [Modbus TCP]

Modbus TCP.

Tipo de HMI: [HMI integrado en controlador]

HMI integrado en controlador.

Idioma del menú: [Spanish] - [Package: South]

Tipo de alarma filtro colmatado: [Alarma filtro colmatado]

Una alarma de filtro colmatado para el lado de impulsión, y otra para el lado de retorno (si procede).

Control de la temperatura: [Temperatura de sala con modo cascada]

El control de temperatura de la unidad se lleva a cabo conforme a la temperatura de la sala con un límite máximo/mínimo de la temperatura de impulsión.

Control del ventilador: [Caudal]

The supply and/or return flow are controlled via frequency converters or EC motors to the desired setpoint.

Compensación del ventilador: [Sin compensación]

Sin compensación.

Funciones contra incendios: [Alarma exterior]

When an external fire alarm occurs, then the unit stops or starts with the desired fan according to the setting..

Protección contra hielo: [Sin protección contra hielo]

~.

Compuertas: [Modo caja de mezcla]

La compuerta de recirculación (mezcla) se regula de forma sincronizada y proporcional con las compuertas de aire exterior y extracción..

Válvulas calefacción: [Con control de válvulas, cálculo de Kvs automático]

Con control de válvulas, cálculo de Kvs automático.



TIP  
Version 2.0.6.03  
(13-10-21)

STULZ TECNIVEL S.L.  
info@stulztecnel.com  
www.stulztecnel.com



Proyecto: GIMNASIO EL VELLÓN  
Cliente: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN DE MADRID

Fecha: 27/10/2021

#### Listado de puntos para el control integrado

DI = entrada digital, DO = salida digital, AI = entrada analógica, AO = salida analógica

	DI	DO	AI	AO
<b>ALARMAS FILTROS</b>				
Presostato - Impulsión	1			
Presostato - Retorno	1			
<b>CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD</b>				
Sonda de temperatura (Aire exterior)			1	
Sonda de temperatura (Aire impulsión)			1	
Sonda de temperatura (Aire retorno)			1	
<b>RECUPERADOR ROTATIVO</b>				
Alarma	1			
Marcha / Paro		1		
<b>VENTILADOR - IMPULSIÓN</b>				
Estado	1			
Alarma	1			
Marcha / Paro		1		
Sonda de presión diferencial - Ventilador			1	
Velocidad de giro				1
<b>VENTILADOR - RETORNO</b>				
Estado	1			
Alarma	1			
Marcha / Paro		1		
Sonda de presión diferencial - Ventilador			1	
Velocidad de giro				1
<b>COMPUERTAS</b>				
Señal para compuerta - Lado de impulsión				1
Señal para compuerta - Lado de retorno				1
Señal para compuerta - Recirculación				1
Señal para compuerta - By-pass				1
Señal para compuerta - By-pass				1
<b>BATERÍAS DE INTERCAMBIO TÉRMICO</b>				
Kit de válvula para batería - Batería calor				1
<b>OTROS</b>				
Alarma - Funciones contra incendios	1			
<b>TOTAL SEÑALES</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>8</b>

## **AM7.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN**

### **2.1. OBJETO DEL PROYECTO**

El objeto de este documento es describir la ampliación de la instalación eléctrica prevista en la construcción de Gimnasio en el CEIP El Vellón, situado en la C/ Jockey Florentino González, El Vellón. Madrid

### **2.2. NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Las instalaciones deberán cumplir, tanto en los equipos como en el montaje, toda la normativa legal que les sea de aplicación. En particular se tiene en cuenta:

- Código Técnico de la Edificación y Documentos Básicos que lo desarrollan
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), Instrucciones Técnicas que los desarrollan y normas UNE de referencia.
- Reglamento de seguridad e higiene en el trabajo.
- Normas UNE de referencia.

### **2.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

Como la potencia prevista en el nuevo edificio es considerable, la derivación individual de 4x50 mm<sup>2</sup> existente se queda pequeña para absorber la potencia requerida por el conjunto de la edificación, por lo que se prevé sustituirla por una nueva línea de 4x120 mm<sup>2</sup>.

El gimnasio dispondrá de un cuadro eléctrico situado en el vestíbulo de acceso a la pista, del que partirá todas las líneas eléctricas a los distintos equipos.

El alumbrado se resuelve mediante iluminación led. En la pista está previsto el montaje pantallas led de 600x600 mm 4500 lm situadas en el falso techo situadas a 4,5 m de altura de forma que se consigue una iluminancia mantenida de 200 lux en el suelo. En las zonas de vestíbulo, vestuarios y almacén se opta por downlight de 19 W.

En las fachadas del edificio se dispondrá los apliques led.

### **2.4. PREVISIÓN DE POTENCIA.**

La potencia prevista en el edificio con la nueva ampliación es:

-	Edificio Existente:	86kW
-	Gimnasio	45 kW
Total		131 kW

Se mantiene el coeficiente de simultaneidad de 0,75 aplicado en la fase anterior lo que la potencia simultánea prevista es 98,25 kW.

### **2.5. CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN**

Se amplía el Cuadro general existente, sustituyendo el interruptor general de 4x125 A por uno de mayor calibre, 4x250 que se dispondrá en una envolvente anexa al cuadro existente. En esta nueva envolvente se situará la protección de la línea secundaria al CS de Gimnasio, compuesta por un interruptor de 4x80 A y un bloque diferencial de VIGI de 300 mA, además se le dotará de protección contra sobretensiones transitorias, al incorporarse a la instalación un pararrayos.

### **2.6. CUADROS SECUNDARIOS DE PROTECCIÓN**

El edificio de gimnasio dispondrá de un cuadro secundario situado en el vestíbulo de acceso a la zona de pista.

El cuadro secundario estará realizado en materiales metálicos, y serán de dimensiones adecuadas a las protecciones que contienen, con puerta plena, y estarán dotados de protecciones magnetotérmicas y diferenciales.

## 2.7. GRUPO ELECTRÓGENO

El centro actual no cuenta con Grupo electrógeno, siendo su ocupación superior a las 300 personas. Por esta razón se instalará un grupo electrógeno con capota de 30 kVA.

## 2.8. CONDUCTORES

Las líneas de baja tensión para distribución interior desde el Cuadro General de Protección hasta los Cuadros Secundarios y los tramos que discurran por bandeja estarán compuestas por conductores de cobre Clase 5 según UNE 21-022, con aislamiento a base de mezcla especial de poliolefinas tipo DIX3 y cubierta termoplástica, designación RZ1-K 0,6/1 KV, según la Norma constructiva UNE 21123-4.

Las características principales de los aislamientos y cubiertas elegidas son:

- No propagación de la llama: UNE EN 50265-2-1; IEC 60332-1; NFC 32070-C2
- No propagación del incendio: UNE 20432-3; UNE 20427; IEC 60332-3; IEEE 383; NFC 32070-C1
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1
- Reducida emisión de gases tóxicos: NES 713 ; NFC 20454 ; It  $\geq$  1,5
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 50268 ; IEC 61034 - 1,2
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-3 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; pH  $>4,3$

Con el objeto de comprobar estos extremos se aplicarán los ensayos especificados en las Normas de Aplicación.

Las líneas de baja tensión para distribución a luminarias, tomas de corriente y consumos finales a aparatos desde los cuadros secundarios, que no discurran por bandeja, estarán compuestas por conductores de cobre Clase 5 según UNE 21-022, con aislamiento, flexibles, designación 07Z1-K, según la Norma constructiva UNE 211002.

Las características principales del aislamiento elegido son:

- Norma constructiva: UNE 211002
- Temperatura de servicio (instalación fija): - 40 + 70°C
- Tensión nominal de servicio: 500V hasta 1 mm<sup>2</sup> y 750V desde 1,5 mm<sup>2</sup>
- Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 2000 V en los cables H05V-U y 2500 V en los H07V-U

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 50265-2-1 ; IEC 60332-1 ; NFC 32070-C2
- No propagación del incendio: UNE 20432-3 ; UNE 20427 ; IEC 60332-3 ; IEEE 383 ; NFC 32070-C1
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1
- Reducida emisión de gases tóxicos: NES 713 ; NFC 20454 ; It = 1,5
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 50268 ; IEC 61034 - 1,2
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-3 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; pH = 4,3 ; C = 10  $\mu$ S/mm

Estarán constituidos por un hilo de cobre de formación rígida hasta una sección de 4,00 mm<sup>2</sup>, o varios hilos flexibles, para secciones superiores.

La sección de los conductores está dimensionada de forma que puedan soportar las caídas de tensión e intensidades máximas admisibles, que prescribe la instrucción ITC-BT-19.

La sección mínima considerada en la instalación será de 1,5 mm<sup>2</sup> para los circuitos de alumbrado y de 2,5 mm<sup>2</sup> para los circuitos que alimentan receptores de fuerza, todo ello con independencia de los valores que resulten de cálculo, cuando éstos sean inferiores.

Los colores de identificación de los conductores serán:

FASES:	Marrón, Negro o Gris
NEUTRO:	Azul
TIERRA:	Amarillo-Verde

En cualquier caso, cumplirán las especificaciones descritas en el Pliego de Condiciones y Especificaciones Técnicas.

## 2.9. CANALIZACIONES

Las dimensiones de las distintas canalizaciones se ajustarán al número de conductores y secciones de éstos, cumpliendo con lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-20.

En la zona de pasillo la distribución del cableado de la instalación se realizará en bandeja metálica de rejilla de acero con recubrimiento industrial electrocincado bicromatado.

En la cubierta del edificio el cableado a los recuperadores de calor discurrirá por el interior de una bandeja metálica perforada con tapa.

Los tubos y cajas de derivación serán no propagadores de llama, capaces de soportar sin deformarse una temperatura de 70°C, con cajas de paso y mecanismos para empotrar en tabiquería de fábrica de ladrillo o tabiquería hueca tipo pladur, según corresponda, siendo del tipo necesario en cada caso.

La distribución de líneas hasta los cuadros secundarios y desde estos hasta las proximidades de los receptores finales, se realizará mediante de rejillas, de dimensiones indicadas en mediciones.

Los circuitos de alumbrado y fuerza desde los cuadros o bandejas se canalizarán bajo tubo de flexible libre de halógeno reforzado tipo forroplast, en instalación empotrada en muro o fijados a forjado mediante tacos y bridas de dimensiones adecuadas. En las Zonas donde no pueda discurrir empotrado o bajo falso techo (salas técnicas y archivos), se canalizarán bajo tubo de libre de halógenos rígido de superficie o de acero en cubierta de instalaciones.

En cualquier caso, cumplirán las especificaciones descritas en el Pliego de Condiciones y Especificaciones Técnicas.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo los registros que se consideren convenientes. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados estos.

El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas de registro de dimensiones que permitan alojar holgadamente los conductores que deban contener. La profundidad de las cajas equivaldrá, cuando menos, al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el lado interior.

Para la unión de conductores, empalmes o derivaciones se utilizarán bornes de conexión.

## 2.10. INSTALACIONES DE ALUMBRADO

Desde los cuadros secundarios de plantas o zonas específicas se alimentarán a los correspondientes aparatos de alumbrado, distribuidos en su planta o zona.

Toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización, tal y como se establece en la exigencia básica HE-3 "Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación", incluida en el CTE.

La distribución de estos equipos queda reflejada en los Planos correspondientes.

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/m<sup>2</sup>) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

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

siendo

P la potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares [W];

S la superficie iluminada [m<sup>2</sup>];

E<sub>m</sub> la iluminancia media horizontal mantenida [lux]

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 2.1.

Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

Tabla 3.1 - HE3 Valor límite de eficiencia energética de la instalación (VEE<sub>lim</sub>)

Uso del recinto	VEEI límite
Administrativo en general	3,0
Andenes de estaciones de transporte	3,0
Pabellones de exposición o ferias	3,0
Salas de diagnóstico <sup>(1)</sup>	3,5
Aulas y laboratorios <sup>(2)</sup>	3,5
Habitaciones de hospital <sup>(3)</sup>	4,0
Recintos interiores no descritos en este listado	4,0
Zonas comunes <sup>(4)</sup>	4,0
Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
Aparcamientos	4,0
Espacios deportivos <sup>(5)</sup>	4,0
Estaciones de transporte <sup>(6)</sup>	5,0
Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
Bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
Zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
Centros comerciales (excluidas tiendas) <sup>(7)</sup>	6,0
Hostelería y restauración <sup>(8)</sup>	8,0
Religioso en general	8,0
Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias <sup>(9)</sup>	8,0
Tiendas y pequeño comercio	8,0
Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
Locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

<sup>(1)</sup> Incluye la instalación de iluminación de salas de examen general, salas de emergencia, salas de escáner y radiología, salas de examen ocular y auditivo y salas de tratamiento. Sin embargo, quedan excluidos locales como las salas de operación, quirófanos, unidades de cuidados intensivos, dentista, salas de descontaminación, salas de autopsias y mortuorios y otras salas que por su actividad puedan considerarse como salas especiales.

<sup>(2)</sup> Incluye la instalación de iluminación del aula y las pizarras de las aulas de enseñanza, aulas de práctica de ordenador, música, laboratorios de lenguaje, aulas de dibujo técnico, aulas de prácticas y laboratorios, manualidades, talleres de enseñanza y aulas de arte, aulas de preparación y talleres, aulas comunes de estudio y aulas de reunión, aulas clases nocturnas y educación de adultos, salas de lectura, guarderías, salas de juegos de guarderías y sala de manualidades.

<sup>(3)</sup> Incluye la instalación de iluminación interior de la habitación y baño, formada por iluminación general, iluminación de lectura e iluminación para exámenes simples.

<sup>(4)</sup> Espacios utilizados por cualquier persona o usuario, como recibidor, vestíbulos, pasillos, escaleras, espacios de tránsito de personas, aseos públicos, etc.

<sup>(5)</sup> Incluye las instalaciones de iluminación del terreno de juego y graderíos de espacios deportivos, tanto para actividades de entrenamiento y competición, pero no se incluye las instalaciones de iluminación necesarias para las retransmisiones televisadas. Los graderíos serán asimilables a zonas comunes.

<sup>(6)</sup> Espacios destinados al tránsito de viajeros como recibidor de terminales, salas de llegadas y salidas de pasajeros, salas de recogida de equipajes, áreas de conexión, de ascensores, áreas de mostradores de taquillas, facturación e información, áreas de espera, salas de consigna, etc.

<sup>(7)</sup> Incluye los espacios de recibidor, recepción, pasillos, escaleras, vestuarios y aseos de los centros comerciales.

<sup>(8)</sup> Incluye los espacios destinados a las actividades propias del servicio al público como recibidor, recepción, restaurante, bar, comedor, autoservicio, pasillos, escaleras, vestuarios, servicios, aseos, etc.

<sup>(9)</sup> En el caso de cines, teatros, salas de conciertos, etc. se excluye la iluminación con fines de espectáculo, incluyendo la representación

### Potencia instalada en el Edificio.

La potencia instalada en iluminación, teniendo en cuenta la potencia de lámparas y equipos auxilia-res, no superará los valores especificados en la Tabla 2.2.

Tabla 3.2 - HE3 Potencia máxima por superficie iluminada ( $P_{TOT,lim}/S_{TOT}$ )

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

La potencia instalada en la zona de ampliada asciende a 4130 W, y la superficie afectada es 700 m<sup>2</sup>, la potencia máxima por iluminación es 5,9 m<sup>2</sup>, cumpliendo con los valores requeridos para un uso Docente.

#### Sistemas de control y regulación.

En zonas de uso esporádico, como pasillos de comunicación y aseos, se dispondrá de un encendido por medio de sensores de presencia.

En las aulas, las luminarias situadas a menos de 5 m de Los huecos de ventana, dispondrá de un sistema de regulación de la intensidad lumínica de las mismas, integrado en la propia luminaria.

#### Metodología de cálculo.

Se utilizan el método del rendimiento de la iluminación como comprobación analítica de los resultados que se obtienen al calcular el flujo luminoso necesario para la dependencia, reducirlo por los factores de absorción de las paredes y luminarias, así como por los factores de depreciación, y dividirlo por el flujo luminoso de las lámparas a emplear. Así se obtiene el número mínimo de lámparas necesarias para conseguir el nivel de iluminación prefijado.

El flujo luminoso total por dependencia se calcula aplicando la fórmula:

$$F_0 = \frac{E_m \cdot A \cdot L \cdot g}{U}$$

Siendo:

F<sub>0</sub> = Flujo luminoso total necesario en lúmenes.

E<sub>m</sub> = Nivel luminoso medio en lux.

A = Anchura del recinto en metros.

L = Longitud del recinto en metros.

g = Factor de depreciación en tanto por uno (1.0).

U = Factor de utilización en tanto por uno.

Para la obtención de estos factores se ha tenido en cuenta:

Em.- Se fija en acuerdo a la actividad que se va a realizar en el recinto y a la calidad de iluminación deseada, con mínimo según normativa sobre seguridad e higiene.

g.- Se determina dependiendo del factor de ensuciamiento tanto de las paredes como de las luminarias, y del número previsible de limpiezas anuales.

U.- Depende de factores de reflexión de las paredes y techo, así como del rendimiento de la luminaria a utilizar. Se obtiene de tablas proporcionadas por el fabricante, partiendo del índice del local K y del tipo de luminaria a emplear. La expresión para determinar el índice del local es:

$$K = \frac{8 \cdot A + 2 \cdot L}{10 \cdot H}$$

Siendo

H la altura de las lámparas sobre el plano útil.

El número de lámparas a instalar se determina por la expresión:

$$N = \frac{F_0}{F_u}$$

Siendo:

Fu = Flujo luminoso unitario de cada lámpara a emplear.

Para simplificar los cálculos se ha empleado el Software DIALUX 4.13, es considerado como idóneo en el cálculo de instalaciones de alumbrado interior de edificios, mostrándose a continuación los resultados del estudio:

Tipodeuso:Otrosusos(Em≤600lux)			
Potencialímite:10.00W/m²			
Planta	Recinto	Superficieiluminada	Potenciatotal Instaladaen luminaria.
PB	Pistadeportiva	180	594
PB	Almacén	9,2	57,3
PB	VestuarioFemenino	21,4	76,4
PB	VestuarioMaculino	22,3	76,4
PB	AseoAdaptado	6,05	38,2
PB	Vestíbulo de entrada	7,92	38,2
PB	Monitor	5,27	29,7
Total		252,1	910,2
Potenciatotalinstaladaporunidaddesuperficieiluminada:P <sub>tot</sub> /S <sub>tot</sub> (W/m²): 3,61			

Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento revisito	Potencia total instalada en lámparas+ equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética e la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas
		K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m²)	Em (lux)	UGR	Ra
PB	Pistadeportiva	1,4	128x128	0.80	594	115,4	1,21	272	<19	80
PB	Almacén	0,70	64x64	0.80	57,3	138,71	1,47	425	<19	80
PB	VestuarioFemenino	1,04	32x32	0.80	76,4	138,71	1,83	431	<19	80
PB	VestuarioMaculino	1,08	32x32	0.80	76,4	138,71	1,83	431	<19	80
PB	AseoAdaptado	0,57	64x64	0.80	38,2	138,71	1,67	385	<19	80
PB	Vestíbulo	0,46	32x32	0.80	38,2	138,7	2,11	228	<19	80
PB	Monitor	0,52	32x32	0.80	29,7	115,4	1,72	328	<19	80

Proyecto 1



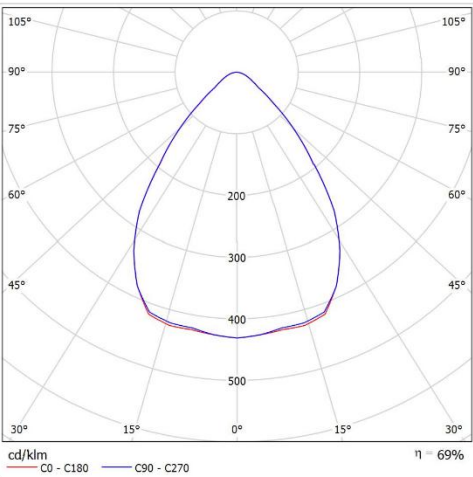
04.11.2021

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

NORMALIT NX34 PANTALLA NASSEL AVANT 600x600 4000K / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 76 94 99 100 69

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
p. Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30
p. Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	50	30
p. Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.2	16.1	15.4	16.3	16.5	15.3	16.2	15.5	16.4	16.6	16.6
	3H	15.4	16.3	15.7	16.5	16.7	15.5	16.4	15.9	16.6	16.8	16.9
	4H	15.5	16.3	15.8	16.6	16.8	15.7	16.5	16.0	16.7	16.9	17.0
	6H	15.6	16.3	15.9	16.6	16.9	15.8	16.5	16.1	16.8	17.1	17.1
	8H	15.6	16.3	16.0	16.6	16.9	15.8	16.5	16.2	16.8	17.1	17.1
4H	2H	15.2	16.0	15.5	16.3	16.5	15.3	16.1	15.6	16.4	16.6	16.6
	3H	15.6	16.3	15.9	16.6	16.9	15.7	16.4	16.1	16.7	16.9	17.0
	4H	15.8	16.4	16.2	16.7	17.0	15.9	16.5	16.3	16.8	17.2	17.4
	6H	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2	16.1	16.6	16.5	17.0	17.4	17.4
	8H	16.0	16.4	16.4	16.8	17.2	16.2	16.6	16.6	17.0	17.4	17.4
8H	2H	15.2	16.0	15.5	16.3	16.5	15.3	16.1	15.6	16.4	16.6	16.6
	3H	15.6	16.3	15.9	16.6	16.9	15.7	16.4	16.1	16.7	16.9	17.0
	4H	15.8	16.4	16.2	16.6	17.1	16.0	16.4	16.4	16.8	17.2	17.4
	6H	16.0	16.4	16.5	16.8	17.2	16.2	16.6	16.6	17.0	17.4	17.4
	8H	16.1	16.4	16.6	16.9	17.3	16.3	16.6	16.8	17.0	17.5	17.5
12H	2H	15.2	16.0	15.5	16.3	16.5	15.3	16.1	15.6	16.4	16.6	16.6
	3H	15.6	16.3	15.9	16.6	16.9	15.7	16.4	16.1	16.7	16.9	17.0
	4H	15.8	16.3	16.2	16.6	17.1	16.2	16.5	16.7	16.9	17.4	17.4
	6H	16.0	16.3	16.3	16.6	17.2	16.2	16.5	16.7	16.9	17.4	17.4
	8H	16.1	16.4	16.6	16.8	17.3	16.3	16.6	16.8	17.0	17.5	17.5
Variación de la posición del espectador para separaciones 5 entre luminarias												
S = 1.0H		+1.2 / -1.8					+1.1 / -1.7					
S = 1.5H		+2.7 / -2.6					+2.6 / -2.4					
S = 2.0H		+4.3 / -3.1					+4.2 / -2.9					
Tabla estándar		BK02					BK02					
Sumando de correlación		-3.1					-3.0					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5000lm Flujo luminoso total												

Proyecto 1



**DIALux**

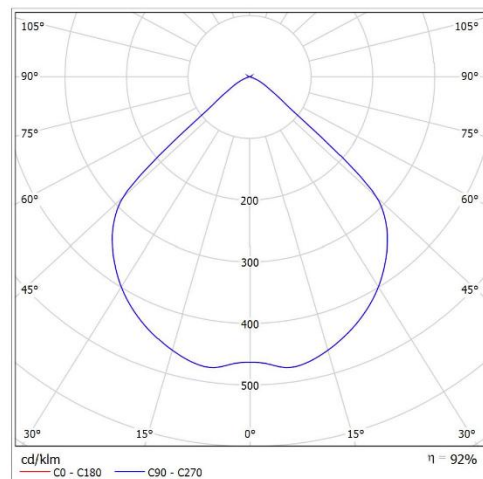
04.11.2021

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## NORMALIT EDI33T DOWNLIGHT ELIT D DIF/INTERM LED3 3000K CR/TRANSP / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 70 97 100 99 92

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
p Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30
p Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	50
p Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	21.7	22.7	22.0	23.0	23.2	21.7	22.7	22.0	23.0	23.2	
	3H	21.7	22.5	22.0	22.8	23.1	21.7	22.5	22.0	22.8	23.1	
	4H	21.6	22.4	21.9	22.7	23.0	21.6	22.4	21.9	22.7	23.0	
	6H	21.5	22.3	21.9	22.6	22.9	21.5	22.3	21.9	22.6	22.9	
	8H	21.5	22.2	21.8	22.5	22.8	21.5	22.2	21.8	22.5	22.8	
4H	12H	21.4	22.1	21.8	22.5	22.8	21.4	22.1	21.8	22.5	22.8	
	2H	21.6	22.4	21.9	22.7	23.0	21.6	22.4	21.9	22.7	23.0	
	3H	21.5	22.2	21.9	22.5	22.9	21.5	22.2	21.9	22.5	22.9	
	4H	21.5	22.1	21.9	22.4	22.8	21.5	22.1	21.9	22.4	22.8	
	6H	21.4	21.9	21.8	22.3	22.7	21.4	21.9	21.8	22.3	22.7	
8H	8H	21.4	21.8	21.8	22.2	22.6	21.4	21.8	21.8	22.2	22.6	
	12H	21.3	21.7	21.8	22.1	22.6	21.3	21.7	21.8	22.1	22.6	
	4H	21.4	21.8	21.8	22.2	22.6	21.4	21.8	21.8	22.2	22.6	
	6H	21.3	21.7	21.7	22.1	22.5	21.3	21.7	21.7	22.1	22.5	
	8H	21.2	21.6	21.7	22.0	22.5	21.2	21.6	21.7	22.0	22.5	
12H	12H	21.2	21.5	21.7	22.0	22.5	21.2	21.5	21.7	22.0	22.5	
	4H	21.3	21.7	21.8	22.1	22.6	21.3	21.7	21.8	22.1	22.6	
	6H	21.2	21.6	21.7	22.0	22.5	21.2	21.6	21.7	22.0	22.5	
	8H	21.2	21.5	21.7	21.9	22.5	21.2	21.5	21.7	21.9	22.5	
	Variación de la posición del espectador para separaciones 5 entre luminarias											
S = 1.0H		+2.4 / -5.7					+2.4 / -5.7					
S = 1.5H		+3.6 / -8.3					+3.6 / -8.3					
S = 2.0H		+5.6 / -10.3					+5.6 / -10.3					
Tabla estándar		BK00					BK00					
Sumando de corrección							3.0					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3600lm flujo luminoso total												

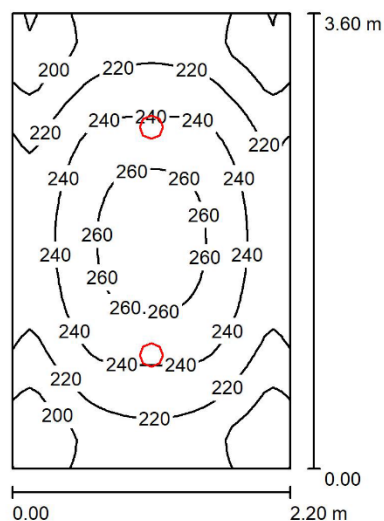
Proyecto 1



**DIALux**  
04.11.2021

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Vesibulo / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:47

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	228	174	268	0.764
Suelo	20	228	173	267	0.756
Techo	70	57	41	100	0.711
Paredes (4)	50	133	42	339	/

### Plano útil:

Altura: 0.000 m  
Trama: 32 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### UGR

Pared izq  
Pared inferior  
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-  
Tran  
al eje de luminaria

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	NORMALIT EDI33T DOWNLIGHT ELIT D DIF/INTERM LED3 3000K CR/TRANSP (1.000)	2445	2650	19.1
Total:			4889	5300	38.2

Valor de eficiencia energética:  $4.82 \text{ W/m}^2 = 2.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.92 \text{ m}^2$ )

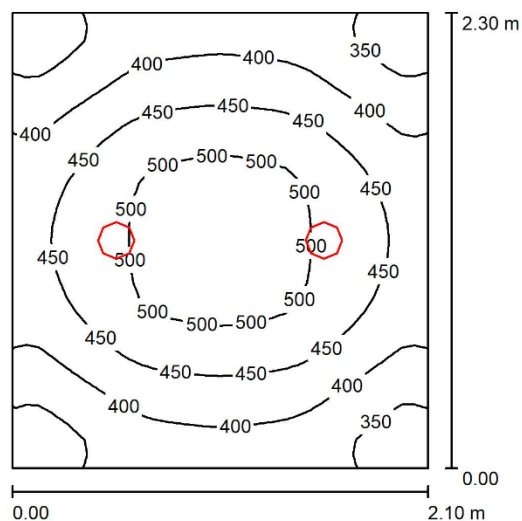
Proyecto 1



**DIALux**  
04.11.2021

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:30

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	431	313	531	0.725
Suelo	20	287	236	324	0.820
Techo	70	92	58	150	0.637
Paredes (4)	50	201	64	897	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 32 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	NORMALIT EDI33T DOWNLIGHT ELIT D DIF/INTERM LED3 3000K CR/TRANSP (1.000)	2445	2650	19.1
Total:			4889	5300	38.2

Valor de eficiencia energética:  $7.91 \text{ W/m}^2 = 1.83 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $4.83 \text{ m}^2$ )

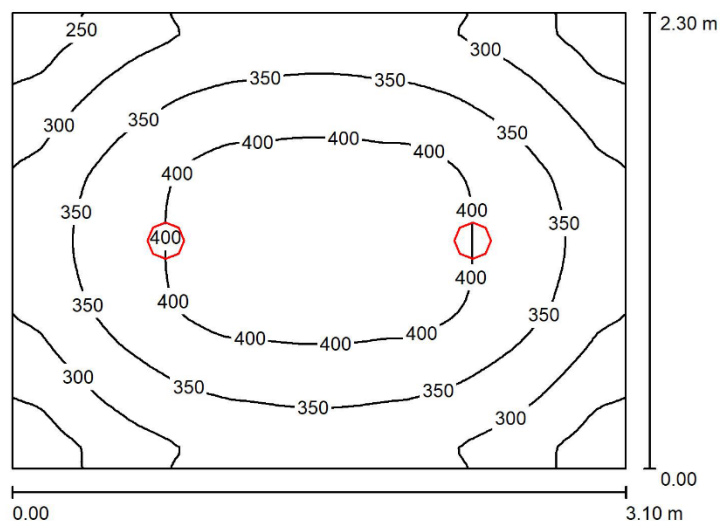
Proyecto 1



**DIALux**  
04.11.2021

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Vestuario / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:30

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	346	213	437	0.614
Suelo	20	244	193	283	0.789
Techo	70	64	45	111	0.704
Paredes (4)	50	146	46	442	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	NORMALIT EDI33T DOWNLIGHT ELIT D DIF/INTERM LED3 3000K CR/TRANSP (1.000)	2445	2650	19.1
Total:			4889	5300	38.2

Valor de eficiencia energética:  $5.36 \text{ W/m}^2 = 1.55 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.13 \text{ m}^2$ )

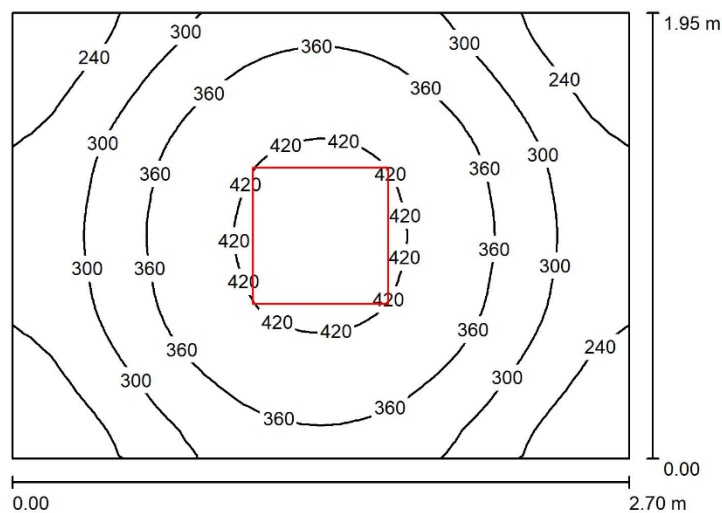
Proyecto 1



**DIALux**  
04.11.2021

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Monitor / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:26

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	328	183	442	0.556
Suelo	20	225	174	258	0.775
Techo	70	51	35	60	0.692
Paredes (4)	50	123	41	272	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 32 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	NORMALIT NX34 PANTALLA NASSEL AVANT 600x600 4000K (1.000)	3428	5000	29.7
Total:			3428	5000	29.7

Valor de eficiencia energética:  $5.64 \text{ W/m}^2 = 1.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $5.27 \text{ m}^2$ )

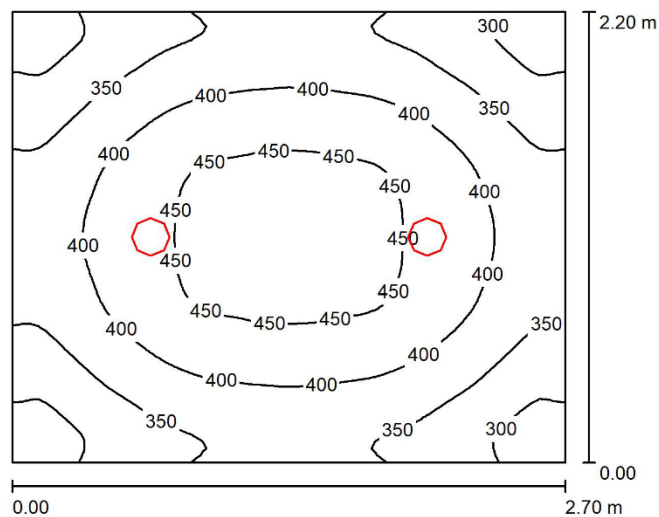
Proyecto 1



**DIALux**  
04.11.2021

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseo adaptado / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:29

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	385	270	476	0.701
Suelo	20	264	209	301	0.793
Techo	70	75	50	122	0.672
Paredes (4)	50	171	54	573	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	NORMALIT EDI33T DOWNLIGHT ELIT D DIF/INTERM LED3 3000K CR/TRANSP (1.000)	2445	2650	19.1
Total:			4889	5300	38.2

Valor de eficiencia energética:  $6.43 \text{ W/m}^2 = 1.67 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $5.94 \text{ m}^2$ )

Proyecto 1

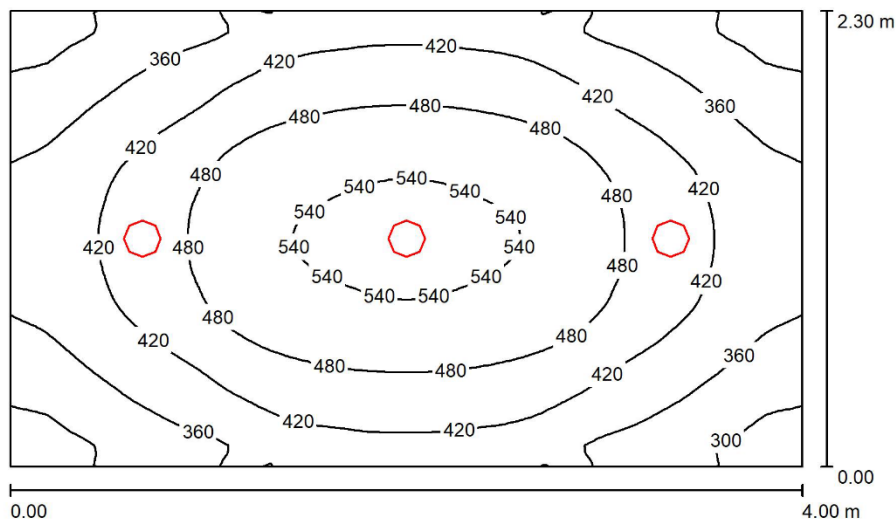


**DIALux**

04.11.2021

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Almacen / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:30

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	425	265	554	0.624
Suelo	20	313	232	369	0.741
Techo	70	78	56	122	0.726
Paredes (4)	50	177	58	585	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	NORMALIT EDI33T DOWNLIGHT ELIT D DIF/INTERM LED3 3000K CR/TRANSP (1.000)	2445	2650	19.1
Total:			7334	7950	57.3

Valor de eficiencia energética:  $6.23 \text{ W/m}^2 = 1.47 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $9.20 \text{ m}^2$ )

Proyecto 1

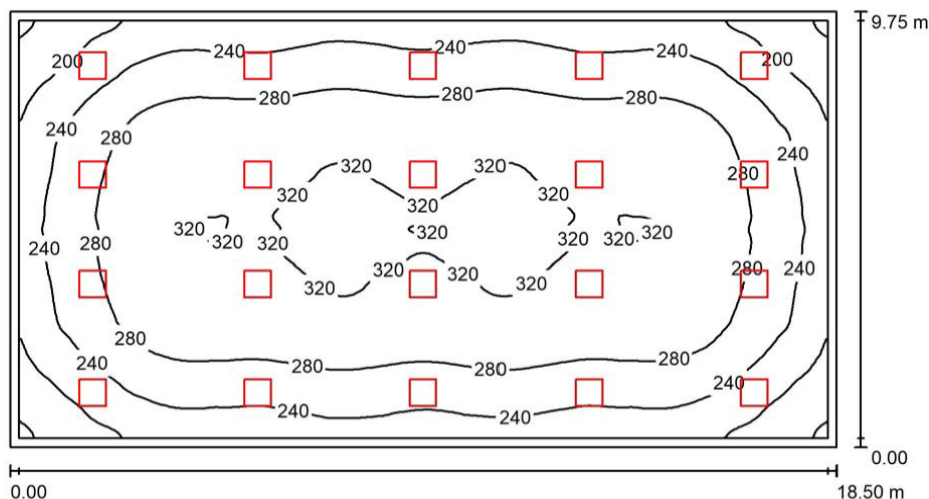


**DIALux**

04.11.2021

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Pista / Resumen



Altura del local: 4.500 m, Altura de montaje: 4.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:133

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	272	153	329	0.561
Suelo	20	267	138	328	0.517
Techo	70	53	38	58	0.720
Paredes (4)	50	106	46	199	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.000 m	Pared izq	16	16	
Trama: 128 x 128 Puntos	Pared inferior	16	16	
Zona marginal: 0.200 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	NORMALIT NX34 PANTALLA NASSEL AVANT 600x600 4000K (1.000)	3428	5000	29.7
Total:			68557	100000	594.0

Valor de eficiencia energética:  $3.29 \text{ W/m}^2 = 1.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $180.37 \text{ m}^2$ )

## ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

Para alumbrado de señalización y emergencia se han empleado equipos autónomos led, empotrados en falso techo o sobre paredes en los lugares que se detallan a continuación:

- a) en todos los recintos
- b) los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas para la evacuación de más de 100 personas.
- c) en los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- d) en las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- e) en todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- f) en toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- g) en el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida
- h) cerca (1) de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
- i) en los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente
- j) Los itinerarios accesibles

(1) Cerca significa a una distancia inferior a 2 metros, medida horizontalmente

De acuerdo con la instrucción técnica ICT BT 028 del REBT, el alumbrado de emergencia y señalización debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal, entendiéndose por fallo un descenso de la tensión por debajo del 70 % de su valor nominal.

Según las condiciones de diseño establecidas por la ITC BT 28 y el documento básico DB-SUA-4 dicho alumbrado deberá prestar servicio durante 1 hora como mínimo garantizando una iluminancia de:

a) 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. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m 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.

El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación deberá alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s y 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.

Se garantizará que la uniformidad de la iluminación en los distintos puntos de los recorridos de evacuación de cada zona tenga una relación entre los valores máximos y mínimos menor de 40, lo cual en general se consigue con valores de 5 lúmenes / m<sup>2</sup> 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.

A continuación, se indican los resultados de la simulación realizada en la pista deportiva:

Proyecto 1



DIALux

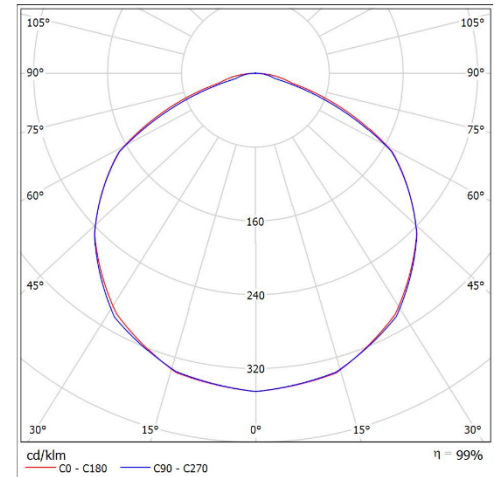
04.11.2021

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## NORMALUX VSA VSA / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 48 82 97 100 99

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto 1

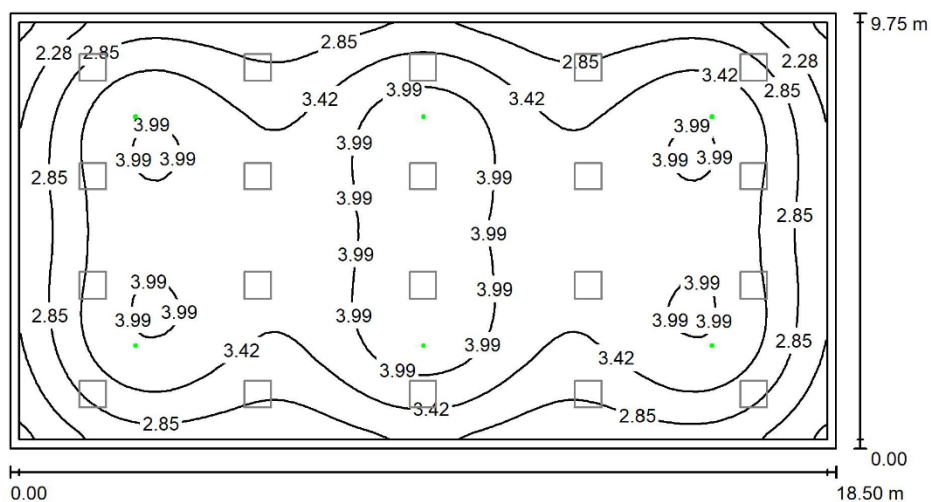


**DIALux**

04.11.2021

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Pista / Emergencias Pista / Resumen



Altura del local: 4.500 m, Altura de montaje: 4.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:133

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	3.41	1.58	4.45	0.462
Suelo	20	3.34	1.40	4.45	0.419
Techo	70	0.01	0.00	18	0.012
Paredes (4)	50	1.57	0.02	3.62	/

### Plano útil:

Altura: 0.000 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.200 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):  
Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	NORMALUX VSA VSA (1.000)	208	210	3.4
Total:			1247	1260	20.4

Valor de eficiencia energética:  $0.11 \text{ W/m}^2 = 3.32 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $180.37 \text{ m}^2$ )

## 2.11. INSTALACIÓN DE FUERZA

Además de la instalación de los Cuadros Secundarios en las distintas zonas del edificio, la instalación general de fuerza estará compuesta por tomas de corriente bipolares con toma de tierra, así como por cajas de empotrar, montaje en pared con 2 tomas de corriente II+T.T./16 A tipo chuco (dos acabadas en blanco para usos varios y dos en rojo para informática) y dos tomas RJ-45, categoría 6, para la red de voz y datos, distribuidas como se aprecia en el Documento de Planos, así como por las líneas de alimentación a los distintos consumos y cuadros secundarios de protección.

Para usos varios en zonas comunes se dejarán circuitos que alimentarán bases de enchufe distribuidas estratégicamente empotradas en los paramentos o pilares.

Se dejarán tomas para seca manos vestuarios en vestuarios y aseos de profesores.

Todas las bases de enchufe se alimentarán del cuadro de protección correspondiente mediante varios circuitos independientes, con el fin de hacer una protección por sectores.

Todas las tomas de enchufe estarán conectadas a tierra a través de conductores de protección procedentes de los cuadros secundarios.

Se dejarán cajas metálicas con bornes (P+N+T-16A) en las aulas previstas para equipos audiovisuales.

Interruptores, bases de enchufes y cajas de derivación

Serán de las siguientes características:

- Interruptor empotrado, con caja de empotrar universal del tipo enlazable.
- Toma de corriente con toma de tierra lateral tipo schuko.

En instalaciones empotradas, los mecanismos se montarán en cajas universales de tipo enlazable de diámetro 60 mm, con tornillos, teniendo en cuenta si estas van en tabiquería de fábrica de ladrillo o en tabiquería hueca del tipo pladur, según sea. El grado de protección de los mecanismos será el adecuado para el tipo de local en el que van instalados.

Las tomas de corriente bipolares responderán a la norma UNE 20315, siendo de 16A con toma de tierra tipo Schuko -para circuitos de fuerza-; en los circuitos que sean previsibles intensidades mayores se definirán tomas de corriente especiales.

Todos los circuitos de alimentación a bases de corriente llevarán protección diferencial y quedará limitada la intensidad a la máxima admisible por la base y el cable a través de interruptores magnetotérmicos.

## 2.12. RED DE TIERRAS

Todas las partes metálicas de los receptores que puedan ponerse de forma accidental bajo tensión estarán conectadas a la red de tierra general del edificio.

La red estará constituida por conductores de protección de sección igual a la del conductor de fase y con un mínimo de 2,5 mm<sup>2</sup>, siguiendo el mismo recorrido que el circuito correspondiente y cumpliendo lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-18.

La puesta a tierra estará constituida por conductor de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección, enterrado por debajo de la estructura del edificio, y unido a esta mediante soldaduras aluminotérmicas de alto punto de fusión, con la distribución indicada en Planos, así como por picas de acero cobreado de 14,6 mm. de diámetro y dos metros de longitud situadas en arqueta de inspección del tipo reglamentario. En el foso de los ascensores y en el cuarto bajo el del cuadro general de baja tensión, se instalarán unas arquetas para conexión de los puntos de puesta a tierra de la red de protección del edificio, con puente de comprobación y tapa.

La red de tierras del edificio ampliado se unirá a la red existente del edificio.

La resistencia medida por los medios convencionales deberá ser lo más próxima posible a 10 ohm y nunca superior a 15 Ω.

#### Red equipotencial en aseos

Atendiendo a lo dispuesto en la instrucción ITC-BT-27 del REBT, en todos los cuartos de baño y aseos, se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas (agua, desagüe, calefacción, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicas y todos los demás elementos conductores que existen en la habitación y sean accesibles.

Todos se conectarán a un punto de puesta a tierra específico.

#### CÁLCULO DEL VALOR DE RESISTENCIA A TIERRA.

El cálculo de la red de tierras se realiza atendiendo a la normativa vigente, ITC-BT-18.

Para realizar los cálculos, se debe conocer la resistencia del terreno en el que se va a situar la red de tierras, por lo que se ha recurrido al estudio geotécnico, donde se indica el tipo de suelo en el que se ubica la presente obra. Una vez conocido el tipo de suelo, se acude a los datos de resistencias de cada tipo terreno tabulados en la ITC-BT-18.

Los cálculos se han realizado en todo momento siendo conservadores en cuanto a resistencia del terreno, longitud del hilo conductor y número de electrodos necesarios en la red de tierra.

En primer lugar, se ha calculado la longitud total de hilo conductor en base al plano de red de tierras, para seguir con el cálculo de la resistencia del anillo enterrado en condiciones horizontales, y la resistencia de los electrodos, que en este caso se trata de picas.

$$R_{Hilo} = \frac{2 \cdot \rho}{L} \quad R_{Picas} = \frac{\rho}{L \cdot n}$$

Donde:

R = resistencia

$\rho$  = resistividad del terreno en  $\Omega \cdot m$

L = longitud del hilo conductor

n = número de picas instaladas

Por último, se calcula la resistencia total de la red, debiendo estar el valor de ésta por debajo de 10  $\Omega$ . En cuanto al suelo, se ha considerado material de arenas y gras de tonos marrones y ocre según estudio geotécnico, considerando su resistividad acotada entre 50 y 500  $\Omega \cdot m$ , en el caso más desfavorable.

$$R_{Total} = \frac{R_{Hilo} \cdot R_{Picas}}{R_{Hilo} + R_{Picas}}$$

CÁLCULO RESISTENCIA A TIERRA		A
Resistividad del Suelo ( $\Omega \cdot m$ )		150
Longitud Conductor (m)		268
Nº de Picas		2
Valor Resistencia de Tierra ( $\Omega$ )		0,57

Según los cálculos, la resistencia de la red de tierras se estima en 0,57  $\Omega$ , tomando el valor de resistividad del terreno 150  $\Omega$  m, siendo el valor inferior a 10  $\Omega$ .

## 2.13. PARARRAYOS

Se realiza el estudio sobre la totalidad de los edificios del centro. A continuación, se indica el resultado del análisis:

### Informe de resultados obtenidos con Nimbus Project SU8

Según Código Técnico de Edificación, Sección SU8, seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo

#### 1. Necesidad de la instalación

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos  $N_e$  sea mayor que el riesgo admisible  $N_a$ .

##### 1.1 Cálculo de la frecuencia esperada de impactos $N_e$

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \text{ no. impactos / año}$$

- Densidad de impactos sobre el terreno:  $N_g = 2.50$  no. impactos / año, Km<sup>2</sup>
- Superficie de captura equivalente:  $A_e = 3671.56$  m<sup>2</sup>  
(Según medidas edificio: H:4.50 L:60.00 I:17.00 m)
- Coeficiente relacionado con el entorno:  $C_1 = 1$   
(Situación estructura: Aislada)



Por lo tanto:

$$N_e = 0.0092 \text{ no. impactos / año}$$

##### 1.2 Cálculo del riesgo admisible $N_a$

$$N_a = ( 5.5 / C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5 ) \cdot 10^{-3}$$

- Coeficiente en función del tipo de construcción:  $C_2 = 1$   
(Estructura metálica - Cubierta de hormigón)
- Coeficiente en función del contenido del edificio:  $C_3 = 1$   
(Otros contenidos)
- Coeficiente en función del uso del edificio:  $C_4 = 3$   
(Edificio con pública concurrencia, sanitario, comercial o docente)
- Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades del edificio:  $C_5 = 1$   
(Resto)

Por lo tanto:

$$N_a = 1.833e-3$$

### 1.3 Conclusión ¿Es necesario instalar una protección?

$$N_e > N_a \\ 0.0092 > 0.0018$$

ES NECESARIO INSTALAR UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO

## 2. Tipo de instalación

### 2.1 Eficiencia requerida

Cuando sea necesario disponer de una instalación de protección contra el rayo, ésta tendrá al menos la eficiencia E determinada por la siguiente fórmula:

$$E = 1 - (N_a / N_e) = 1 - (0.0018 / 0.0092) = 0.80$$

### 2.2 Nivel de protección

La siguiente tabla determina el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida:

	Nivel de protección
$E \geq 0.98$	1
$0.95 \leq E < 0.98$	2
$0.80 \leq E < 0.95$	3
$0 \leq E < 0.80$	4

En este proyecto el nivel de protección es 3

## 2.14. CÁLCULO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS

### CÁLCULO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS

#### Caídas de tensión

Los cálculos de las secciones de los circuitos se han realizado en base a la caída de tensión admisible que ha de ser inferior al 3 % de la tensión en el origen de la instalación al extremo más alejado del circuito en alumbrado, siendo inferior al 5% para el resto de instalaciones. A este respecto y de acuerdo con el Reglamento, los circuitos de alimentación se calculan para que puedan transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a las corrientes armónicas por ellos liberadas.

En los circuitos y como método de estudio se realiza el siguiente proceso de cálculo:

a) Una vez identificado el circuito a analizar se considera la carga que va a soportar. Para ello se tiene en cuenta el tipo de receptor, a fin de introducir los correspondientes factores que se han de aplicar y que son producidos en el momento del arranque en algunas de las cargas. A este efecto se ha tenido en cuenta al multiplicar la carga por 1,25 en los motores y por 1,8 en alumbrado de descarga, y por 1 para el resto de receptores.

b) Conocidas las potencias y las longitudes se calculan las caídas de tensión en función de las secciones elegidas para cada circuito, según las fórmulas siguientes:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} \quad e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U}$$

Monofásico:

$$\text{Trifásico: } I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad e = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U}$$

Donde:

$\rho$  = resistividad del conductor en  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  (1/58 en cu, 1/36 en Al).

s = sección del conductor en  $\text{mm}^2$ .

P = potencia en W.

L = longitud del conductor en m.

U = tensión nominal de la línea en V.

### Intensidades máximas admisibles

Una vez elegidas las secciones, se comprueba que la intensidad máxima admisible es mayor que la real en condiciones normales. Para esto se ha considerado la ITC-BT-19 y se tendrán en cuenta los factores de corrección de la intensidad máxima por las modificaciones que se especifican en esta instrucción.

Para sistemas trifásicos

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

Para sistemas monofásicos

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

Donde:

I = Intensidad en A

P = Potencia en w

$V_b$  = Tensión entre fases en V

V = Tensión entre fases y neutro en V

$\cos \varphi$  = Factor de potencia

A continuación, se indican el resultado de los cálculos realizados:

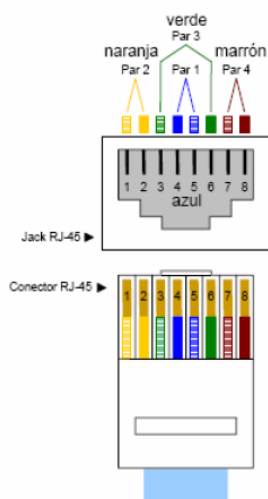
CGBT	Potencia (W)	Tensión (V)	Intensidad (A)	$\cos \varphi$	Cu-Al	Sección ( $\text{mm}^2$ )	Longitud (m)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión (%)	Intensidad Admisible (A)	Canalización
CGPM a CGBT	140000	400	224,8	0,9	Cu	120,0	47	3,12	0,78	260	TUBO
CGBT-CSGIM	50000	400	72,3	1,0	Cu	50,0	45	2,56	1,42	145	BANDEJA
GRUPO-CS GIM GRUPO	30000	400	43,4	1,0	Cu	25,0	40	2,73	1,46	145	BANDEJA

CS GIMNASIO	Potencia (W)	Tensión (V)	Intensidad (A)	Cos $\varphi$	Cu-Al	Sección (mm <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión Acumula da (%)	Intensidad Admisible (A)	Canalización
A1	160	230	0,7	1,0	Cu	1,5	22	0,42	1,60	16	TUBO
A2	160	230	0,7	1,0	Cu	1,5	20	0,38	1,58	16	TUBO
A3	160	230	0,7	1,0	Cu	1,5	18	0,34	1,57	16	TUBO
A4	160	230	0,7	1,0	Cu	2,5	20	0,23	1,52	16	TUBO
A5	160	230	0,7	1,0	Cu	2,5	22	0,25	1,53	16	TUBO
A6	450	230	2,0	1,0	Cu	2,5	15	0,48	1,63	16	TUBO
Aext1	140	230	0,6	1,0	Cu	2,5	37	0,37	1,58	16	TUBO
F1	1000	230	4,3	1,0	Cu	2,5	20	1,42	2,04	22	TUBO
F2	1500	230	6,5	1,0	Cu	2,5	13	1,38	2,02	22	TUBO
F3	1500	230	6,5	1,0	Cu	2,5	13	1,38	2,02	22	TUBO
F4	1500	230	6,5	1,0	Cu	2,5	22	2,34	2,44	22	TUBO
F5	500	230	2,2	1,0	Cu	2,5	13	0,46	1,62	22	TUBO
F6	500	230	2,2	1,0	Cu	2,5	3	0,11	1,46	22	TUBO
F7	100	230	0,4	1,0	Cu	2,5	16	0,11	1,47	22	TUBO
F8	225	230	1,0	1,0	Cu	2,5	17	0,27	1,54	22	TUBO
F9	225	230	1,0	1,0	Cu	2,5	17	0,27	1,54	22	TUBO
P1	500	230	2,2	1,0	Cu	2,5	15	0,53	1,65	22	TUBO
Bomba Clima	13700	400	34,3	1,0	Cu	10,0	16	1,25	1,73	54	TUBO
Bomba ACS	20000	400	50,0	1,0	Cu	10,0	16	1,82	1,87	54	TUBO
Climatizador	6000	400	15,0	1,0	Cu	6,0	16	0,91	1,65	37	TUBO

## 2.15. SCE

En la pista deportiva y en despacho del monitor se ubican los 2 puestos informáticos que cuenta el Gimnasio. Las cajas estarán compuestas por 2 tomas de corriente de 230 V / 16 A con toma de tierra y dos RJ45 para las tomas TT, disponiendo de un led de señalización en las tomas de corriente.

Las tomas de telecomunicaciones estarán implementadas mediante conectores hembra RJ45 con 8 contactos. El conexionado de los cables tanto en las rosetas de usuario como en los paneles de parcheo seguirán el esquema de la norma TIA/EIA 568B, que se detalla en la siguiente figura.



Los cables a utilizar en la red horizontal serán UTP, Clase E/Categoría 6, cubierta LSZH, de cuatro pares trenzados de cobre sólido sin apantallar, calibre del conductor 24-AWG (0,51 Ø mm) e impedancia de 100W.

Cumplirán la especificación genérica de las Normas UNE EN 50173, EN 50288-6-1 y las especificaciones particulares de la Norma “Especificación intermedia para cables sin apantallar aplicables hasta 250 MHz Cables para instalaciones horizontales y verticales en edificios”.

Los cables de distribución y horizontales no deberán tener puntos de corte entre repartidores o entre repartidores y los puntos de utilización. Se aplican las siguientes restricciones generales:

- La longitud física del canal no debe superar los 100 m.
- La longitud física del cable horizontal fijo no debe superar los 90 m, puede ser menor dependiendo de los latiguillos empleados y del número de conexiones.
- La longitud de los latiguillos de parcheo o puentes no debe superar los 5 m.

Los latiguillos estarán formados por cables de cuatro pares trenzados UTP, cuyos conductores serán de cobre sólido de calibre al menos 24-AWG (0,51 Ø mm), con cubierta LSZH y se corresponderán con la Clase / Categoría del cableado instalado.

El puesto de usuario comprende las cajas soporte, los conectores RJ45, latiguillos y otros medios de transmisión que permitan la conexión de los diferentes equipos terminales que disponga el centro (PC, impresoras, teléfono, fax, etc.) a las tomas de telecomunicaciones.

El latiguillo de área de trabajo conecta la toma de telecomunicaciones al equipo terminal.

La longitud de los latiguillos de parcheo en los repartidores no debe superar los 5 m.

El cableado UTP partirá del panel de parcheo situado en local técnico situado en la zona ampliada de fase II.

## **2.16. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN**

A la terminación de la instalación y previo a la Recepción de las obras, se realizarán las pruebas finales exigidas por la Reglamentación vigente para este tipo de instalación, independientemente de aquellas otras consideradas como necesarias por el director Facultativo de las obras, corriendo el costo a cargo de la Empresa adjudicataria.

## **2.17. DICTÁMENES Y LEGALIZACIONES**

Todas las legalizaciones, incluidos proyectos específicos visados por los Colegios Profesionales Oficiales, los Dictámenes para la puesta en marcha, incluso gastos de tramitación y gestión, así como Licencias Municipales de obra exigidas por los diferentes Organismos competentes, serán por cuenta de la Empresa adjudicataria, considerándose sus costos incluidos en el precio de la oferta presentada por la misma.

Asimismo, la Empresa adjudicataria tendrá la obligación de entregar a la Dirección Facultativa, en el acto de la Recepción de la Obra, los planos finales de la misma, incluyendo las posibles modificaciones realizadas durante la ejecución de la instalación

## **AM7.3 INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

### **3.1. OBJETO DEL PROYECTO**

El objeto de este documento es describir la instalación la ampliación de la instalación de Protección Contra Incendios, a realizar en el C.E.I.P El Vellón, situado en la C/Jockey Florentino González, el Vellón, Madrid.

### **3.2. LEGISLACIÓN APLICABLE**

- Código Técnico de la Edificación y Documentos Básicos que lo desarrollan
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios
- Normas UNE de referencia

### **3.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

El gimnasio contará con extintores de polvo polivalente de eficacia mínima 27A-183B, distribuido de forma que se cumplan con las distancias máximas indicadas por la reglamentación.

También se dotará de una instalación de BIEs que se conectará a la red existente

Se complementa la instalación con sistema de detección y alarma, con detectores ópticos que se conectarán a la central existente.

### **3.4. EXTINTORES**

Se distribuirán extintores manuales portátiles de eficacia mínima 27A-183B de forma que cualquier punto de la planta se encuentre a una distancia inferior a 15 m de uno de ellos.

En las zonas o locales de riesgo especial se colocará como mínimo un extintor en el exterior y próximo a la puerta de acceso. Además, en el interior del local o de la zona se colocarán los necesarios para que:

- En los locales de riesgo medio y bajo la distancia hasta un extintor sea como máximo de 15 m (incluido el situado en el exterior).
- En los locales de riesgo alto la distancia hasta un extintor sea como máximo de 10 m (incluido el situado en el exterior) en locales de hasta 100 m<sup>2</sup>. En locales de superficie mayor la distancia de 10 m se cumplirá respecto de algún extintor interior.

El tipo de extintor dependerá de la clase de fuego:

- Fuegos clase A, B, C, D: extintor de polvo de 6 kg.
- Fuegos clase E: extintor de CO<sub>2</sub> de 5 kg.

Así, los extintores a instalar serán de polvo seco polivalente antibrasa, excepto en aquellos lugares con riesgo de incendio por causas eléctricas, donde serán de CO<sub>2</sub>.

Los extintores serán del tipo homologado por el Reglamento de Aparatos a Presión y la UNE-EN 3-7:2004+A1:2008 con su eficacia grabada en el exterior y equipados con manguera, boquilla direccional y dispositivo de interrupción de salida del agente extintor a voluntad del operador.

Los extintores se colocarán en lugar accesible, especialmente en las vías de evacuación y cerca de las bocas de incendio a fin de unificar la situación de los elementos de protección. La parte superior del extintor quedará situada entre 80 cm y 120 cm sobre el suelo.

### **3.5. ALARMA DE INCENDIOS**

Se ha proyectado una instalación de alarma de incendios compuesta por pulsadores y campanas que cubrirá todo el edificio y cuyos objetivos son:

- Avisar con rapidez y eficacia del inicio de un incendio
- Localizar con precisión el lugar donde se está produciendo la incidencia
- Comunicar la incidencia lo antes posible a las personas responsables del área de seguridad
- Vigilar áreas ocultas

Se dispondrán pulsadores manuales de alarma con su correspondiente sirena en los pasillos y zonas de circulación, en lugares próximos a las salidas.

La instalación se conecta a la central convencional existente en el edificio de infantil y primaria.

## **AM7.4 INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO**

### **4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN**

La evacuación de aguas pluviales del edificio se dispondrá una serie de sumideros en la zona de cubierta plana del edificio de primaria y canalón para la cubierta del edificio. La pista deportiva y las aceras perimetrales se recogen mediante canaleta de hormigón polímero y rejilla de acero galvanizado.

En el aula de pequeño grupo de planta primera del edificio existente que se modifica, la conexión del desagüe del lavabo se conectará a la red de pequeña evacuación del aseo situado en las proximidades.

A partir de la planta del edificio la instalación se realizará enterrada con una pendiente mínima del 2%.

### **4.2. CONDICIONES GENERALES DE LA EVACUACIÓN**

Tal y como establece el apartado 3.1 del DB-HS-4 los colectores del edificio desaguan por gravedad hasta la arqueta que supone el punto de conexión entre la instalación de evacuación y la red de alcantarillado público, a través de la correspondiente acometida.

En la instalación no dispone de residuos agresivos industriales que requieran un tratamiento previo al vertido a la red de alcantarillado o sistema de depuración.

### **4.3. CONFIGURACIONES DE LOS SISTEMAS DE EVACUACIÓN**

Se respeta el diseño de la red de saneamiento separativa existente.

### **4.4. ELEMENTOS QUE COMPONEN LAS INSTALACIONES**

A continuación, se realiza una descripción pormenorizada de los elementos que componen la instalación según el Código Técnico de la Edificación.

Cierres hidráulicos.

Se ha conectado un sifón individual a cada uno de los aparatos sanitarios del edificio.

Los cierres hidráulicos cumplen las siguientes características:

- a) son autolimpiables, de tal forma que el agua que los atraviese arrastre los sólidos en suspensión.
- b) sus superficies interiores no retienen materias sólidas
- c) no tienen partes móviles que impidan su correcto funcionamiento
- d) tienen un registro de limpieza fácilmente accesible y manipulable
- e) la altura mínima de cierre hidráulico es 50 mm, para usos continuos y 70 mm para usos discontinuos. La altura máxima es 100 mm. La corona está a una distancia igual o menor que 60 cm por debajo de la válvula de desagüe del aparato. El diámetro del sifón es igual o mayor que el diámetro de la válvula de desagüe e igual o menor que el del ramal de desagüe y en los

casos en los que existe una diferencia de diámetros, el tamaño aumenta en el sentido del flujo

- f) se deben instalar lo más cerca posible de la válvula de desagüe del aparato, para limitar la longitud de tubo sucio sin protección hacia el ambiente; Documento Básico HS Salubridad con comentarios HS5 – 3
- g) se ha tenido especial cuidado en no instalarlos en serie

Redes de pequeña evacuación

La red de pequeña evacuación se ha diseñado conforme a los siguientes criterios:

- a) el trazado de la red debe ser lo más sencillo posible para conseguir una circulación natural por gravedad, evitando los cambios bruscos de dirección y utilizando las piezas especiales adecuadas
- b) no se dispone de bajantes de fecales, por lo que los colectores se conectan directamente a la red enterrada.
- c) f) los lavabos disponen de un rebosadero conectado con el desagüe del lavabo
- d) no se disponen de desagües enfrentados acometiendo a una tubería común
- e) todos los colectores están dotados de una cabecera registrable con tapón roscado

Bajantes

Las bajantes se realizan sin desviaciones ni retranqueos y con diámetros uniformes en toda su altura.

El diámetro no disminuye en el sentido de la corriente.

Colectores colgados.

Deben tener una pendiente del 1% como mínimo.

No deben acometer en un mismo punto más de dos colectores.

En los tramos rectos, en cada encuentro o acoplamiento tanto en horizontal como en vertical, así como en las derivaciones, se dispondrán de piezas especiales, de tal manera que los registros no superen los 15 m.

Colectores enterrados

Los colectores enterrados se dispondrán de forma que circulen por debajo de la red de distribución de agua potable. Toda la instalación se realizará con una pendiente mínima del 2 % llegando hasta pendientes máximas del 8% en la zona de recogida de aguas pluviales de las rampas de acceso al recinto.

La acometida de las bajantes y los manguetones a esta red se realiza mediante la interposición de arqueta.

Se dispondrán arquetas cada 15 metros o cada cambio de dirección de forma que los tramos entre los contiguos no superen los 15m. Las arquetas serán realizadas mediante ladrillo tosco, enfoscadas y bruñidas. La conexión de las rejillas de la urbanización a la red de colectores se realizará mediante una arqueta sifónica para evitar la salida de los malos olores.

#### Elementos de conexión

En las redes enterradas la unión entre las redes vertical y horizontal y en ésta, entre sus encuentros y derivaciones, se realiza con arquetas dispuestas sobre cimiento de hormigón, con tapa practicable.

Sólo acomete un colector por cada cara de la arqueta, de tal forma que el ángulo formado por el colector y la salida es mayor que 90°.

Presentan las siguientes características:

- a) la arqueta a pie de bajante se utiliza para registro al pie de las bajantes
- b) en las arquetas de paso acometen como máximo tres colectores
- c) las arquetas de registro disponen de tapa accesible y practicable

Los registros para limpieza de colectores deben situarse en cada encuentro y cambio de dirección e intercalados en tramos rectos.

#### Elementos especiales

No son de aplicación en este proyecto.

### 4.5. ANEJO DE CÁLCULO

Dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales.

Para obtener los diámetros de los diferentes elementos de la red se ha fijado, en función del Código Técnico de la Edificación, el concepto de “unidad de desagüe”.

Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales.

#### Bajantes de aguas pluviales

El dimensionamiento de las bajantes de aguas pluviales se ha utilizado la tabla 4.8 del Documento Básico HS Salubridad, en función de la superficie de la cubierta y aplicando el factor f de corrección.

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de <i>aguas pluviales</i> para un régimen pluviométrico de 100 mm/h	
Superficie en proyección horizontal servida (m <sup>2</sup> )	Diámetro nominal de la <i>bajante</i> (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

#### Colectores de aguas pluviales

Para el dimensionamiento de los colectores de aguas pluviales se ha considerado a sección llena en régimen permanente.

El diámetro de los colectores de aguas pluviales se obtiene con la tabla 4.9 del Documento Básico HS Salubridad, en función de la superficie a la que sirve (aplicando el factor f de corrección) y considerando una pendiente del 1%.

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie proyectada (m <sup>2</sup> )			Diámetro nominal del colector (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

#### Accesorios

Para el dimensionado de las arquetas se ha considerado las dimensiones mínimas establecidas por el Código Técnico de la Edificación, en función del diámetro del colector de salida de ésta.

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
L x A [cm]	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Cálculos de la Instalación.

RECOGIDA DE CUBIERTA			
Nº Bajante	Superficie recogida (m <sup>2</sup> )	Diámetro Bajante (mm)	Superficie máxima recogida (Tabla 4.8 DB-HS-4 en m <sup>2</sup> )
P1	65	110	580
P2	65	110	580
P3	65	110	580
P4	45	110	580
P5	45	110	580
P6	25	110	580

RED HORIZONTAL PLUVIALES EDIFICIO					
Tramo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Diámetro colector (mm)	Pendiente (%)	Distribución	Superficie máxima (tabla 4.5 DB-HS-5 en m <sup>2</sup> )
a-b	25	110	2	Enterrada	321
b-c	70	125	2	Enterrada	440
c-d	115	160	2	Enterrado	1056
d-e	310	160	2	Enterrado	1056
e-Pozo	310	160	2	Enterrada	1056

VESTUARIO FEMENINO				
Aparato sanitario	UD asignadas (tabla 4.1 DB-HS-5)	Nº Aparato	UD	Diámetro desagües/ colector (mm)
Inodoro	5	2	10	110
Lavabo	2	2	4	40
Ducha	3	7	21	50
		Total	35	110

VESTUARIO MASCULINO				
Aparato sanitario	UD asignadas (tabla 4.1 DB-HS-5)	Nº Aparato	UD	Diámetro desagües/ colector (mm)
Inodoro	5	1	5	110
Urinario	2	1	2	40
Lavabo	2	2	4	40
Ducha	3	7	21	50
		Total	32	110

VESTUARIO ADAPTADO				
Aparato sanitario	UD asignadas (tabla 4.1 DB-HS-5)	Nº Aparato	UD	Diámetro desagües/ colector (mm)
Inodoro	5	1	5	110
Lavabo	2	1	2	40
Ducha	3	1	3	50
		Total	10	110

RED HORIZONTAL FECALES					
Tramo	UD	Diámetro colector (mm)	Pendiente (%)	Distribución	UD max (tabla 4.5 DB- HS-5)
A-B	35	125	2	Enterrado	234
B-C	67	160	2	Enterrado	1056
C-D	77	160	2	Enterrado	1056
D-Pozo	220	160	2	Enterrado	1056

## AM7.5 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

### 5.1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es el de describir las características técnicas de la instalación de agua fría y caliente sanitaria que va a efectuarse en la construcción de Gimnasio en el CEIP El Vellón.

### 5.2. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES

- DB HS. Salubridad (Capítulos HS-4, HS-5). Código Técnico de la Edificación. R.D. 314/2006, de 17 de marzo.
- Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, R.D. 865/2003, de 4 de julio, del Ministerio de Sanidad y Consumo, BOE 18-07-2003.
- Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano (R.D. 140/2003, de 7 de Febrero del Ministerio de la Vivienda, BOE 2803-2006.
- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Normativa de la compañía suministradora de Aguas
- Normas UNE de referencia

### 5.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La red partirá de la existente en el edificio de primaria y se conectará a la entrada del gimnasio mediante una tubería PPR de 40 mm.

La instalación de ACS para los vestuarios de Gimnasio se producirá por medio de una bomba de calor Aire-Agua con refrigerante CO<sub>2</sub> y una acumulación de 750 l.

#### 5.3.1. Criterios de diseño de la red:

Redes independientes para: agua fría y agua caliente sanitaria

El planteamiento general es el de distribución de agua sanitaria al edificio mediante red ramificada tanto en los distribuidores como en los montantes, por ser de gran fiabilidad.

En la red de agua caliente sanitaria, la red de distribución estará dotada de red de retorno, ya que la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado es mayor de 15 m.

Otro aspecto importante en el diseño de la red es la de evitar ruidos en las conducciones producidos por circulación del agua a velocidades excesivas. Por tanto, se trata de mantener la presión en unos límites en los cuales no exista la posibilidad de que se produzcan ruidos proyectando válvulas reductoras de presión, y utilizando en los cálculos velocidades que no deberán ser superiores a los 2 m/s. La red de agua fría se dimensiona para velocidades de entre 1 y 2 m/s.

El trazado de las tuberías se realizará por debajo de cualquier canalización o elemento que

contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm. El tendido de las tuberías de agua fría discurrirá separado de las canalizaciones de agua caliente (ACS o calefacción), a una distancia de 4 cm como mínimo.

Las tuberías de agua fría que discurran bajo falso techo se protegerán con revestimiento aislante tipo Armaflex de 9 mm.

Las empotradas se protegerán con revestimiento plástico de tubo corrugado.

El espesor de aislamiento en las conducciones de agua caliente, tanto en la ida como en el retorno, se dimensionará de acuerdo en lo indicado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE).

Se dispondrán llaves de corte en la entrada de cada local húmedo.

Se dispondrá llave de corte de escuadra en cada aparato.

### 5.3.2. Red de distribución

La distribución principal que discurre por las zonas comunes del edificose realiza en tubería pert-al-pertret.

La fijación de las conducciones en su trazado horizontal aéreo se realizará exclusivamente mediante abrazaderas isofónicas con objeto de asumir las posibles dilataciones y vibraciones de la instalación como indica la norma UNE 100-152. En cuanto a la separación entre éstas, se seguirá el criterio utilizado en la mencionada norma, en función del diámetro de las conducciones, reforzándose siempre en los cambios de dirección.

La colocación de abrazaderas se realizará de tal modo que las conducciones queden perfectamente alineadas con los paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio.

Se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre estos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones. Además, no podrán anclarse a ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución, para lo cual de adoptarán las medidas preventivas necesarias. La longitud de empotramiento será tal que garantice una perfecta fijación de la red sin posibles desprendimientos.

Las conducciones a su paso por muros, circularán por manguitos pasamuros de diámetro suficiente para alojar las tuberías más el aislante térmico. Y en caso de que una tubería haya de atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo hará dentro de una funda, también de sección circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente.

Cuando la red de tuberías atraviere, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador, de forma que los posibles movimientos estructurales no le transmitan esfuerzos de tipo mecánico.

A fin de evitar ruidos, los huecos o patinillos por donde circulen las tuberías, tanto horizontales como verticales, estarán situados en zonas comunes como se indica en planos.

En cuanto al trazado de las conducciones será el indicado en planos, permitiéndose ligeras modificaciones con el objeto de evitar el mayor número de cambios de dirección, ya que estos provocan pérdidas de carga.

#### **5.3.3. Red de interior de locales húmedos**

Las instalaciones interiores de fontanería para agua fría y caliente en los aseos y vestuarios se realizarán en tubería de pert-al-pert desde la derivación de la red principal. La derivación todos los aparatos cumplirá con las indicaciones de planos.

Se empleará tubo corrugado color azul para agua fría y rojo para agua caliente.

#### **5.3.4. Instalación de ACS**

El presente estudio tiene el objeto la comprobación del cumplimiento del Código Técnico de la Edificación en su sección HE-4 "Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria".

Para realizar este trabajo, evaluaremos las demandas energéticas anuales de ACS del edificio objeto. Con estos datos, obtendremos las necesidades anuales de energía para ACS, es decir el perfil de demanda de la instalación.

A partir de este perfil de demanda de la instalación obtendremos el perfil de consumo y, considerando la eficiencia de la unidad, la energía renovable entregada.

A lo largo del informe se profundizará en cada uno de los puntos a nivel técnico y legal, pero a modo de adelanto, demostraremos que el sistema ECODAN propuesto conlleva el aprovechamiento de energía renovable superior al mínimo que exige la normativa.

#### **BOMBA DE CALOR: MARCO LEGAL**

En la Directiva 2009/28/CE se reconoce como energía renovable, en determinadas condiciones, la energía capturada por bombas de calor, según se dice en su artículo 5 y se define en el Anexo VII: Balance energético de las bombas de calor.

Las bombas de calor que podrán considerarse como renovables son aquellas en las que la producción final de energía supere de forma significativa el insumo de energía primaria necesaria para impulsar la bomba de calor.

Posteriormente, la Decisión de la Comisión de 1 de marzo de 2013 (2013/114/UE) establece el parámetro  $\eta$  con el valor del 45,5 %, por lo que las bombas de calor accionadas eléctricamente deben de considerarse como renovables siempre que su SPF (o SCOPDHW) sea superior a 2'5.

Dicha decisión establece que la determinación del SPF de las bombas de calor accionadas eléctricamente debe efectuarse de acuerdo con la norma EN 14825:2016 (el SPF se refiere al SCOPnet).

De acuerdo al objetivo del requisito básico de "Ahorro de energía", el artículo 15 de la Parte I del CTE indica que,

1. El objetivo del requisito básico "Ahorro de energía" consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir, asimismo, que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

3. El Documento Básico "DB HE Ahorro de energía" especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

En la sección sección HE4 "Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria", del Documento Básico "DB HE Ahorro de energía", se indica que el ámbito de aplicación contempla.

1. edificios de nueva construcción con una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 100 l/d, calculada de acuerdo al Anejo F.
2. edificios existentes con una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 100 l/d, calculada de acuerdo al Anejo F, en los que se reforme íntegramente, bien el edificio en sí, o bien la instalación de generación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo.
3. ampliaciones o intervenciones, no cubiertas en el punto anterior, en edificios existentes con una demanda inicial de ACS superior a 5.000 l/día, que supongan un incremento superior al 50% de la demanda inicial;
4. climatizaciones de: piscinas cubiertas nuevas, piscinas cubiertas existentes en las que se renueve la instalación de generación térmica o piscinas descubiertas existentes que pasen a ser cubiertas.

El mismo HE-4 en su apartado 3.1 puntos 1 y 4, dice:

1. La contribución mínima de energía procedente de fuentes renovables cubrirá al menos el 70% de la demanda energética anual para ACS y para climatización de piscina, obtenida a partir de los valores mensuales, e incluyendo las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación. Esta contribución mínima podrá reducirse al 60% cuando la demanda de ACS sea inferior a 5000 l/d.

Se considerará únicamente la aportación renovable de la energía con origen in situ o en las proximidades del edificio, o procedente de biomasa sólida.

4. Las bombas de calor destinadas a la producción de ACS y/o climatización de piscina, para poder considerar su contribución renovable a efectos de esta sección, deberán disponer de un valor de rendimiento medio estacional (SCOP<sub>dhw</sub>) superior a 2,5 cuando sean accionadas eléctricamente y superior a 1,15 cuando sean accionadas mediante energía térmica. El valor de SCOP<sub>dhw</sub> se determinará para la temperatura de preparación del ACS, que no será inferior a 45°C.

Asimismo, en el apartado 4 se indica que para justificar que un edificio cumple las exigencias del DB, los documentos deberán incluir la siguiente información sobre el edificio o la parte del mismo evaluada:

1. la demanda mensual de agua caliente sanitaria (ACS) y de climatización de piscina, incluyendo las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación.
2. la contribución renovable aportada para satisfacer las necesidades de energía para ACS y climatización de piscina.
3. la contribución de la energía residual aportada, en su caso, para el ACS;

4. comprobación de que la contribución renovable para las necesidades de ACS utilizada cubre la contribución obligatoria.

La temperatura de preparación y acumulación de ACS debe ser compatible la demanda de bienestar e higiene y las pérdidas de temperatura en la distribución y en particular con lo establecido en el Documento Básico DB HS 4 en el punto 2.1.3 (temperatura en los puntos de suministro entre 50 °C y 65 °C) y en el punto 3.2.2.1 (conexión para lavadoras y lavavajillas, con sus correspondientes temperaturas de operación).

En el caso del uso de bombas de calor, haciendo uso del Documento Reconocido del RITE “PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS aprobado a este fin en febrero de 2014, se considera el rendimiento medio estacional declarado por el fabricante para la producción de ACS a 60°C, en la zona climática correspondiente, tras realizar los ensayos oportunos (serán válidos los que se declaren conforme a la norma europea que será de aplicación cuando se apruebe el proyecto de norma UNE-EN 16147).

#### Datos de temperaturas exteriores secas mensuales

Se toman dichos datos del documento del IDAE, “Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto”, (Guía editada por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio a través del Instituto para la diversificación y Ahorro de la Energía en Madrid, Junio 2010)

### **CÁLCULO DEL SPF DE BOMBAS DE CALOR**

Para el cálculo del SPF de las bombas de calor según el Documento Reconocido del RITE “PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS” aprobado a este fin en febrero de 2014, se debe obtener de la siguiente forma:

$$\text{SPF} = \text{COP}_{\text{nominal}} \times \text{FP} \times \text{FC}$$

Donde:

COP nominal: obtenido en condiciones de ensayo

FP: factor de ponderación para sistemas de calefacción y/o ACS en función de las fuentes energéticas y según la zona climática

<i>Fuente Energética de la bomba de calor</i>	<b>Factor de Ponderación (FP)</b>				
	A	B	C	D	E
Energía Aerotérmica. Equipos centralizados	0,87	0,80	0,80	0,75	0,75
Energía Aerotérmica. Equipos individuales tipo split	0,66	0,68	0,68	0,64	0,64
Energía Hidrotérmica.	0,99	0,96	0,92	0,86	0,80
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores horizontales	1,05	1,01	0,97	0,90	0,85
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores verticales	1,24	1,23	1,18	1,11	1,03
Energía Geotérmica de circuito abierto	1,31	1,30	1,23	1,17	1,09

En el caso que nos ocupa, al tratarse de una Energía Aerotérmica con Equipos Centralizados en la zona climática D, el factor de ponderación  $FP = 0,75$

FC: factor de corrección en función de las temperaturas de condensación, según la temperatura de ensayo del COP

Factor de Corrección (FC)						
Tª de condensación (°C)	FC (COP a 35°C)	FC (COP a 40°C)	FC (COP a 45°C)	FC (COP a 50°C)	FC (COP a 55°C)	FC (COP a 60°C)
35	1,00	--	--	--	--	--
40	0,87	1,00	--	--	--	--
45	0,77	0,89	1,00	--	--	--
50	0,68	0,78	0,88	1,00	--	--
55	0,61	0,70	0,79	0,90	1,00	--
60	0,55	0,63	0,71	0,81	0,90	1,00

En el caso que nos ocupa, al tener una temperatura de COP a 60°C, el factor de corrección  $FC = 1$

El valor de COP nominal, para un clima cálido según la norma UNE-EN 16147:2017, se debe obtener para una temperatura seca de 14°C con una temperatura húmeda de 13°C. Para un clima medio, se debe obtener para una temperatura seca de 7°C y para clima frío una temperatura seca de 2°C.

Se utilizan los datos de rendimiento del equipo indicados en el Databook del fabricante Mitsubishi Electric del equipo objeto de proyecto, el modelo QAHV-N560YA-HPB:

Tabla de potencia entregada y consumo eléctrico del equipo para una temperatura de salida de agua a 60-70°C en función de la temperatura exterior:

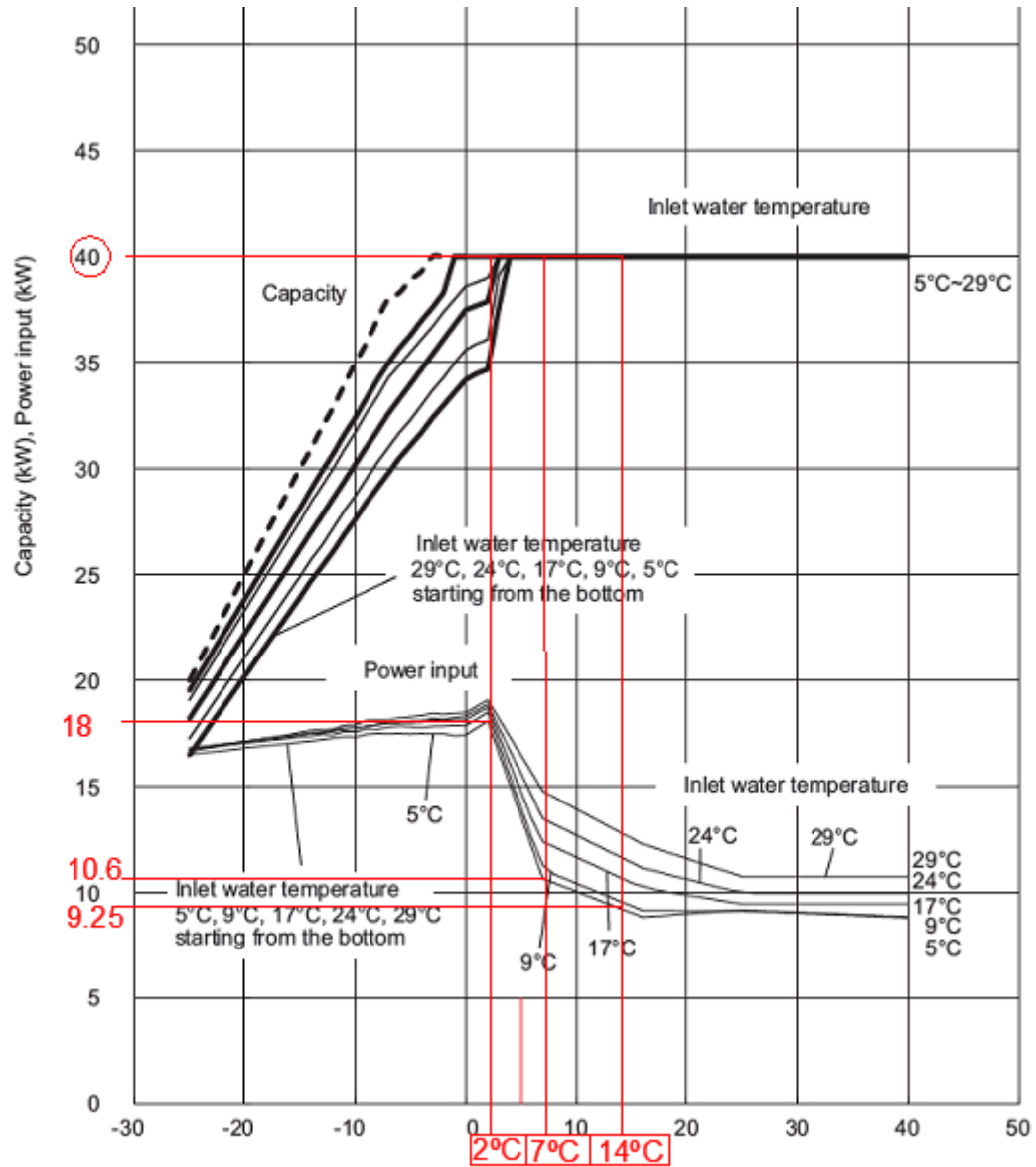
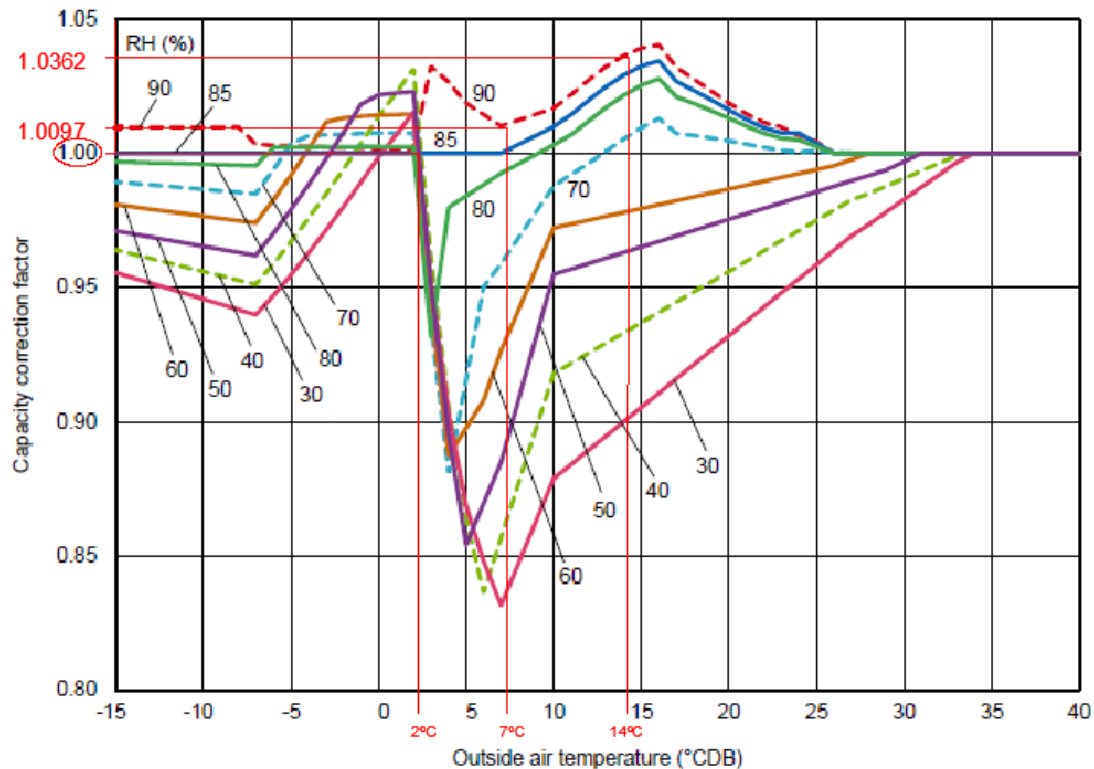


Tabla de corrección en función de la humedad relativa. En las condiciones de la norma UNE-EN 16.147:2017 para los distintos climas y las temperaturas secas que conllevan, con un 90% de humedad.



Con estos datos, el COP nominal es de:

$$COP_{nominal\ 14^{\circ}C} = \frac{40}{9,25} \times 1,0362 = 4,47$$

$$COP_{nominal\ 7^{\circ}C} = \frac{40}{10,6} \times 1,0097 = 3,81$$

$$COP_{nominal\ 2^{\circ}C} = \frac{40}{18} \times 1,00 = 2,22$$

Por lo tanto, el SPF del equipo es de:

$$SPF\ 14^{\circ}C = COP_{nominal} \times FP \times FC = 4,48 \times 0,75 \times 1 = 3,36$$

$$SPF\ 7^{\circ}C = COP_{nominal} \times FP \times FC = 3,81 \times 0,75 \times 1 = 2,86$$

$$SPF\ 2^{\circ}C = COP_{nominal} \times FP \times FC = 2,22 \times 0,75 \times 1 = 1,67$$

## CÁLCULO DE CONTRIBUCIÓN RENOVABLE

Para el cálculo de la contribución renovable se necesita considerar la demanda mensual y el SPF de la unidad, a partir de los cuales se obtiene el consumo de la unidad y la Energía renovable entregada (Eres).

En primer lugar, el SPF se ha considerado de clima cálido, medio o frío en función de la temperatura exterior, si es superior a 14°C, a 7°C o inferior a 7°C, respectivamente.

En segundo lugar, se ha considerado el consumo de la unidad considerando la siguiente fórmula de cálculo.

$$\text{Consumo eléctrico modocalor [kWh]} = \frac{\text{Aportación de la bomba de calor [kWh]}}{\text{SPF ACS Bdc}}$$

En último lugar, se calcula la energía renovable entregada siguiendo el siguiente método de cálculo.

$$E_{res} = \text{Aportación Bdc} \times \left(1 - \frac{1}{\text{SPF ACS Bdc}}\right)$$

## DEMANDAS ENERGÉTICAS DE ACS

Para el cálculo de demanda de ACS, se utilizará el criterio descrito en el Código Técnico de la Edificación en su apartado HE4 4.1 (cálculo de la demanda).

A continuación, se muestran las siguientes tablas de referencia:

**Tabla c-Anejo F Demanda orientativa de ACS para usos distintos del residencial privado**

Criterio de demanda	Litros/día·persona
Hospitales y clínicas	55
Ambulatorio y centro de salud	41
Hotel *****	69
Hotel ****	55
Hotel ***	41
Hotel/hostal **	34
Camping	21
Hostal/pensión *	28
Residencia	41
Centro penitenciario	28
Albergue	24
Vestuarios/Duchas colectivas	21
Escuela sin ducha	4
Escuela con ducha	21
Cuarteles	28
Fábricas y talleres	21
Oficinas	2
Gimnasios	21
Restaurantes	8
Cafeterías	1

Se calcula el siguiente consumo diario:

$$16 \text{ personas} \times 21 \text{ (l/d)} = 336 \text{ l/d}$$

A la demanda se le suman las pérdidas de un 10% debidas al sistema de retorno, acumulación, etc....:

ACS					
Calculo de la demanda de ACS para Madrid					
Demanda diaria				336	l/dia
Perdidas del sistema				10%	
	Tª Exterior Colmenar Viejo	Días	Tª Agua red	ACS (kWh)	ACS (kWh) + perdidas
Enero	4,7	31	6,5	647	712
Febrero	6,2	28	6,5	585	643
Marzo	8,8	31	8,5	623	686
Abril	10,3	30	11,2	571	628
Mayo	14,9	31	13,2	566	622
Junio	21,4	30	16,2	512	563
Julio	23,6	31	19,2	493	542
Agosto	23,2	31	18,2	505	556
Septiembre	19	30	16,2	512	563
Octubre	13,3	31	11,5	587	646
Noviembre	7,6	30	8,5	603	664
Diciembre	5,1	31	6,5	647	712
					7 538

Se observa que el rendimiento de la bomba de calor SPF tiene un valor total anual superior a 2'5, por lo que puede considerarse que la energía entregada es energía renovable.

Se calcula la aportación renovable de la unidad considerando que la demanda diaria es inferior a 5.000 l/día, es decir, ésta ha de tener un valor del 60% como mínimo, según el método de cálculo expuesto en el apartado 4, en el que se explica que se parte de la demanda y la eficiencia de la unidad (SPF) para calcular la energía renovable entregada y porcentaje de contribución renovable que ésta supone.

RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados del cálculo de energético del sistema objeto y de referencia:

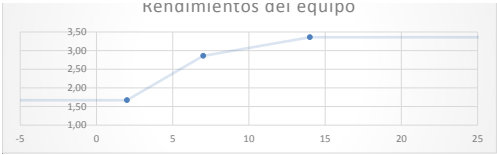
El sistema elegido queda justificado como renovable ya que la contribución renovable supera el mínimo marcado por el CTE.

DEMANDA Y GENERACIÓN DE CALOR CON UN SISTEMA BASADO EN BOMBA DE CALOR

SPF de los equipos:

Contribución mínima de energía renovable =	60%
Paneles Fotovoltaicos (kWp) =	0,00
Uso de fotovoltaica para ACS =	90%
Cobertura solar térmica =	0%

SPF (2°C) =	1,67
SPF (7°C) =	2,86
SPF (14°C) =	3,36



CÁLCULO	T ambiente (°C)	T agua Red (°C)	Demanda ACS kWh	Consumo eléctrico QAHV (kWh)	SPFdhw ACS	Produccion PV (kWh)	Consumo eléctrico neto (kWh)	SPF del conjunto	Energía Renovable Entregada (E_res, kWh)	Contribución renovable (%)
Enero	4,7	6,5	712,24	307,98	2,31	-	307,98	2,31	404,26	57%
Febrero	6,2	6,5	643,32	240,98	2,67	-	240,98	2,67	402,34	63%
Marzo	8,8	8,5	685,64	229,42	2,99	-	229,42	2,99	456,22	67%
Abril	10,3	11,2	627,87	202,82	3,10	-	202,82	3,10	425,05	68%
Mayo	14,9	13,2	622,19	185,18	3,36	-	185,18	3,36	437,02	70%
Junio	21,4	16,2	563,50	167,71	3,36	-	167,71	3,36	395,79	70%
Julio	23,6	19,2	542,37	161,42	3,36	-	161,42	3,36	380,95	70%
Agosto	23,2	18,2	555,67	165,38	3,36	-	165,38	3,36	390,30	70%
Septiembre	19,0	16,2	563,50	167,71	3,36	-	167,71	3,36	395,79	70%
Octubre	13,3	11,5	645,72	195,08	3,31	-	195,08	3,31	450,64	70%
Noviembre	7,6	8,5	663,52	228,57	2,90	-	228,57	2,90	434,94	66%
Diciembre	5,1	6,5	712,24	295,81	2,41	-	295,81	2,41	416,44	58%
TOTAL			7.537,78	2.548,06		-	2.548,06	2,96	4.989,73	66,20%

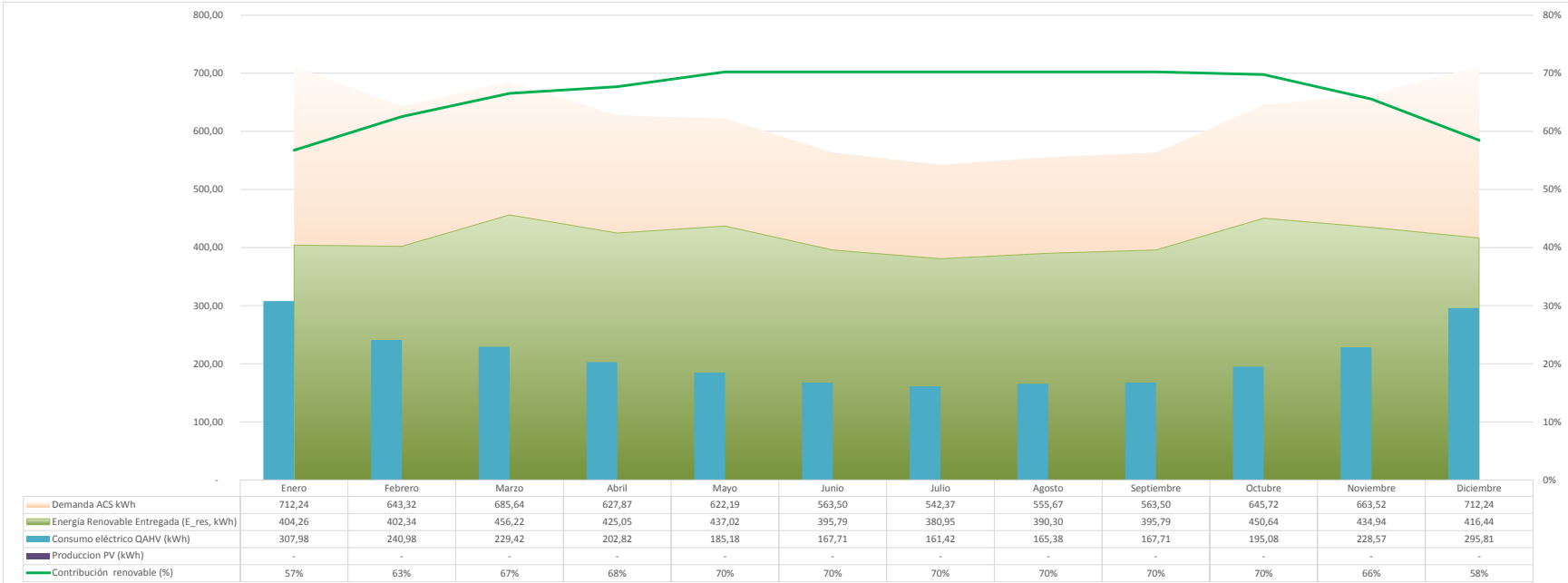
Comprobaciones:

La contribución renovable debe ser superior al 70%, a excepcion de demandas inferiores a 5000 litros/día que podrá ser el 60%.

CUMPLE

DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS Y CÁLCULO:

Consumo eléctrico QAHV =	Se corresponde con el consumo electrico de la unidad exterior debido a la produccion de ACS, considerando la parte proporcionada por los paneles solares termicos y el SPFdhw del mes
SPFdhw =	Rendimiento del equipo bajo las condiciones de temperatura media mensual
Producción fotovoltaica =	Energía producida por los paneles solares fotovoltaicos en el mes
Consumo eléctrico neto =	Consumo global del sistema, sumando el consumo del equipo QAHV y restando la produccion fotovoltaica
SPF del conjunto =	Rendimiento del sistema teniendo en cuenta la bomba de calor, energía solar térmica y energía solar fotovoltaica
Energía Renovable E_res =	Según: E_res = Qusable x ( 1-1/SPF)+ Energía Solar Térmica + Energía Solar Fotovoltaica, donde Qusable = Demanda ACS +Pérdidas - Energía térmica solar
Contribución renovable =	Relación entre la energía renovable entregada y la demanda de ACS



## RED DE DISTRIBUCIÓN.

-En la entrada de cada cuarto húmedo, se instalará llaves de corte para dejarlo fuera de servicio en caso necesario. Cada aparato sanitario o punto de consumo, además de su grifería correspondiente, tendrá instalada llave de bloqueo que permita anular su servicio en caso de avería.

-La red de retorno se ha calculado considerando una caída de temperatura máxima de 3°C desde el depósito acumulador al punto de consumo más alejado y desfavorable, y la impulsión estimada es sólo la pérdida de carga de su propio circuito.

Las tuberías de los montantes y de la instalación serán de polietileno reticulado PEX-X, completamente aisladas, incluso llaves, etc., con coquilla elastomérica, en las dimensiones que marca las IT del R.I.T.E.

### Distribución (impulsión y retorno)

En el diseño de las instalaciones de ACS deben aplicarse condiciones análogas a las de las redes de agua fría.

Tanto en instalaciones individuales como en instalaciones de producción centralizada, la red de distribución debe estar dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.

Las redes de retorno discurrirán paralelamente a las de impulsión.

En los montantes, debe realizarse el retorno desde su parte superior y por debajo de la última derivación particular. En la base de dichos montantes se dispondrán válvulas de asiento para regular y equilibrar hidráulicamente el retorno.

Para soportar adecuadamente los movimientos de dilatación por efectos térmicos deben tomarse las precauciones siguientes:

- a) en las distribuciones principales deben disponerse las tuberías y sus anclajes de tal modo que dilaten libremente, según lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas para las redes de calefacción;
- b) en los tramos rectos se considerará la dilatación lineal del material, previendo dilatadores si fuera necesario, cumpliéndose para cada tipo de tubo las distancias que se especifican en el Reglamento antes citado.

El aislamiento de las redes de tuberías, tanto en impulsión como en retorno, debe ajustarse a lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas.

### Regulación y control

En las instalaciones de ACS se regulará y se controlará la temperatura de preparación y la de distribución.

En las instalaciones individuales los sistemas de regulación y de control de la temperatura estarán incorporados a los equipos de producción y preparación. El control sobre la recirculación en sistemas individuales con producción directa será tal que pueda recircularse el agua sin consumo hasta que se alcance la temperatura adecuada.

### 5.3.5. Condiciones mínimas de Suministro.

La instalación se diseña para suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato**

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Se ha asegurado la presión mínima de 100kPa para grifos comunes y de 150kPa para calentadores.

La presión máxima no supera los 500kPa.

La temperatura de ACS en los puntos de consumo estará comprendida entre 50°C y 65°C

Según el número de aparatos a los que sirve una canalización, es difícil que todos los grifos funcionen simultáneamente, por lo cual el gasto total posible obtenido por la suma de los valores anteriores se multiplica por un factor menor que la unidad, denominado Coeficiente de simultaneidad. Este coeficiente es función del tipo de edificio y del número de aparatos instalados.

A efectos de cálculos se hallarán los caudales efectivos a partir de los instantáneos aplicando unos coeficientes de simultaneidad que vendrán dados por la fórmula:

$$S = \frac{1}{\sqrt{N - 1}}$$

En la que:

S = Es el coeficiente de simultaneidad del apartamento

N = Es el número de aparatos o tomas.

El caudal simultáneo necesario para el conjunto de los edificios junto con la futura ampliación es:

Caudal instalado en Fase I 11 l/s

Caudal instalado en Fase II y Fase III: 16,8

Coeficiente de simultaneidad considerado: 0,2

Caudal simultáneo del conjunto del edificio: 5,55 l/s

### 5.3.6. Cálculo de Pérdida de cargas:

Para el cálculo de las pérdidas de carga en los distintos circuitos se ha utilizado la fórmula de Manning que dice:

$$V = \frac{R^{2/3} \cdot j^{1/2}}{1000 \cdot n}$$

Así mismo, para relacionar los caudales transportados en las tuberías con la velocidad se ha previsto la siguiente ecuación:

$$Q = V \cdot S$$

En la que:

V = Velocidad (m/s).

Q = Caudal (m3/s).

S = Sección de la conducción (m2).

R = D/4, siendo D el diámetro interior en mm.

j = Pérdida de carga en m.c.a./100 m de tubo.

n = Coeficiente de Manning (n=0,01 a 0,013 para fibrocemento; 0,009 para acero; 0,007 para Plástico y 0,005 para Cobre.)

Una vez conocidas las pérdidas de carga unitarias (j), la pérdida total será igual a:

$$\Delta H = j \cdot (L + L_{\text{equiv}}) / 1000 + \Delta H_{\text{equipo}}$$

Donde:

$\Delta H$  = Pérdida de carga total del circuito (m.c.a.)

j = Pérdida de carga del tramo (mm.c.a./m.)

L = Longitud total del tramo (m)

$L_{\text{equiv}}$  = Longitud equivalente de los distintos accesorios como válvulas, codos, etc (m.c.a.)

$\Delta H_{\text{equipo}}$  = Pérdida de carga del elemento o circuito conectado al tramo (m.c.a.)

### 5.3.7. Dimensionado de la Red

El cálculo se realiza con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica. Posteriormente se comprueban estos diámetros previos en función de la pérdida de carga que se obtenga de los mismos.

El dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo de acuerdo al procedimiento siguiente:

Establecimiento del caudal máximo de cada tramo, que será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la Tabla 2.1

Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad

Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente

Elección de la velocidad de cálculo

Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad

Determinación de la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo

Comprobación de la suficiencia de presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se comprueba si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable. En el caso de que la presión disponible en el punto de consumo fuera inferior a la presión mínima exigida sería necesaria la instalación de un grupo de presión. La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa.

Para todos los aparatos sanitarios el diámetro de la tubería será de 16 x 1,8 (diámetro exterior-espesor). Según la normativa vigente, se revestirá de tubo corrugado de color azul para agua fría y rojo para agua caliente en los tramos empotrables.

#### Dimensionado de las redes de retorno de ACS

Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se estimará que, en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura sea como máximo de 3 °C desde la salida del acumulador o intercambiador en su caso.

En cualquier caso, no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna, si la instalación responde a este esquema

El caudal de retorno se podrá estimar según reglas empíricas de la siguiente forma:

- considerar que se recircula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.
- los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la tabla 4.4.

**Tabla 4.4 Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de ACS**

Diámetro nominal de la tubería	Caudal recirculado (l/h)
½	140
¾	300
1	600
1 ¼	1.100
1 ½	1.800
2	3.300

Resultados:

#### RED AGUA CALIENTE

Tramo	nº Aparatos	Q (l/s)	Coef Simult	Qs (m³/s)	Diámetro	V (m/s)	J (mm.c.a.)/m	cálculo diámetro	metros	J (m.c.a.)
a-b	1	0,1	1,00	0,0001	12,4	0,83	92,07	9,22	2	0,184
b-c	2	0,2	1,00	0,0002	20	0,64	31,97	13,03	2	0,064
c-d	3	0,3	0,71	0,000212132	20	0,68	35,44	13,42	2	0,071
d-e	4	0,4	0,58	0,00023094	20	0,74	41,12	14,00	2	0,082
e-f	6	0,5	0,45	0,000223607	25,6	0,43	12,03	13,78	8	0,096
F-G	13	1,05	0,29	0,000303109	29	0,46	11,33	16,04	88	0,997
										Suma J
										1,49

## **AM7.6 INSTALACIÓN DE FOTOVOLTAICA**

### **6.1. NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Para el desarrollo del presente proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa de aplicación:

- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- RD 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC).
- UNE 20.439 Control de aceptación de los contadores de corriente alterna clase II.
- UNE 21.310 Contadores de energía eléctrica de corriente alterna.
- DC 89/336/CEE Directiva Europea de Compatibilidad Electromagnética (EMC).
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- RD 1955/2000 Actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- IEC 364 Instalaciones eléctricas de edificios.
- DC 73/23/CEE Directiva Europea de Baja Tensión.
- RD 1699/2011 de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

### **6.2. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN**

Como se desea que las edificaciones sean lo más sostenibles posible, se contempla dotar al edificio de una instalación de generación eléctrica mediante un sistema solar fotovoltaico, de forma que se aprovecha el recurso solar.

Para el edificio se proyecta 12 paneles de 400 Wp.

### **6.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

Como se ha justificado en el epígrafe anterior, se proyecta una instalación de producción eléctrica mediante conversión fotovoltaica de 4,8 kWp. En la documentación gráfica adjunta se incluye plano con los paneles proyectados.

Esta instalación proyectada consta de:

- Campo solar Fotovoltaico
- Sistema de inversores fotovoltaico
- Cableado de equipos
- Red de puesta a tierra
- Elementos de protección y maniobra

#### **6.3.1. Subsistema de generación usando módulos fotovoltaicos.**

Los módulos fotovoltaicos están compuestos por células fotovoltaicas que generan corriente eléctrica continua cuando están expuestas a la luz solar. Como cada célula genera una tensión de menos de un voltio, las células están conectadas en serie para producir un valor más elevado. La intensidad producida por cada módulo varía con la intensidad de la luz solar incidente sobre el frontal de las células. Si una célula está ensombrecida, no produce ninguna corriente o energía, y se comporta como una resistencia. Como las células dentro de cada módulo están conectadas en serie y los módulos dentro de una cadena están también conectadas en serie, la salida de la cadena se verá severamente reducida si cualquier célula en la cadena está ensombrecida.

### 6.3.2. Subsistema de conversión Continua / Alterna e inyección a red del edificio- sistema anti-vertido.

Cada cadena de módulos produce corriente continua, que se convierte en corriente alterna mediante un inversor electrónico. La salida de los inversores de las viviendas y residencia es monofásica con tensión de red de 230 V, 50 Hz, mientras que en el edificio departamento será inversor es trifásica a la frecuencia y tensión de la red eléctrica, 400 V, 50 Hz nominales.

Las salidas del inversor estarán conectadas a través de una caja de conexión a un cuadro de distribución y protección de CA del sistema fotovoltaico.

La potencia generada por el sistema fotovoltaico es conectada de forma efectiva al CGBT o cuadro de vivienda de los edificios, de tal manera que toda la energía eléctrica es consumida por el inmueble. Se incorpora un sistema para el aprovechamiento de la energía generada o la posibilidad de verter los excedentes a la red de distribución eléctrica.

Como la salida de un sistema fotovoltaico depende de la intensidad de la luz solar, la cual a su vez varía con las estaciones del año, con la hora del día y con las condiciones climatológicas locales, la potencia instantánea suministrada por el sistema fotovoltaico variará continuamente desde cero (por la noche) a una potencia máxima que depende de la insolación local máxima.

El inversor incorporará la circuitería de control que automáticamente apaga la salida del inversor en caso de pérdida de la red, o desviación de la tensión o frecuencia más allá de los límites superior e inferior establecidos.

Las características técnicas más importantes del módulo fotovoltaico proyectado y sus asociaciones se muestran a continuación:

- Potencia unitaria de cada panel fotovoltaico: 400 Wp.
- Número de paneles fotovoltaicos: 12 Uds.
- Potencia c.c. total instalada: 48 kWp.
- Número total de inversores: 1
- Tensión nominal de la instalación: 230 V
- Frecuencia: 50 Hz
- Factor de potencia: 1

### 6.3.3. Características de la instalación

A continuación, se detallan los datos considerados para el dimensionado de la instalación:

Situación geográfica	El Vellón
Datos de radiación	Madrid
Inclinación de paneles	35º orientados al sur (sobre cubierta plana)
Tensión de operación	250 Vcc
Conexión del Sistema	Conexión a la red a través de CGBT , 230 V una fase Mediante cuadro de protecciones

El funcionamiento de la instalación fotovoltaica no provocará en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas en la normativa vigente. Asimismo, el funcionamiento no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

En el caso de que la línea de distribución se quede desconectada de la red, bien sea por trabajos de mantenimiento o por haber actuado alguna de las protecciones de la línea, la instalación no mantendrá tensión en la línea de distribución.

Desde el circuito de generación hasta el equipo de medida no se intercalará ningún elemento distinto del fotovoltaico, ni de acumulación ni de consumo.

#### 6.3.4. Puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra estará instalada según lo dispuesto en el “Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión” y en el Real Decreto 1699/2011 sobre conexión de Instalaciones Fotovoltaicas a la Red de Baja Tensión. Cumplirá lo prescrito en los apartados de baja tensión del presente documento.

#### 6.3.5. Especificaciones técnicas de las células

Los módulos seleccionados para el cálculo son del fabricante Jinko solar modelo JKM-400M 72 o equivalente aprobado. Las características eléctricas típicas de las células proyectadas (medidas en condiciones estándar de prueba) son las siguientes:

Potencia pico (Pmpp)	400 Wp
Tensión circuito abierto (Voc)	49,8 V
Tensión en punto de máxima potencia (Vmpp)	41,4 V
Corriente en punto de máxima potencia (Impp)	9,6 A
Corriente de cortocircuito (Isc)	10,36 A
Eficacia del módulo	19,88 %

#### 6.3.6. Conexiones eléctricas

Se requieren dos cajas de conexión por laminado, una para la salida positiva y otra para la negativa. Las cajas de conexión deben estar colocadas en uno de los lados cortos. Las cajas estarán siempre por debajo de la capa de células fotovoltaicas y será como mínimo IP54. La caja de conexiones deberá ir provista de cables de salida con conexión rápida “multicontact”.

#### 6.3.7. Configuración del conexionado eléctrico

Los laminados (incluyendo conectores, diodos y ensambles de cables) resistirán al menos 1000 V en condiciones nominales de operación y una intensidad fotovoltaica de cortocircuito de 10 Amperios.

#### 6.3.8. Pruebas eléctricas específicas

Las pruebas específicas de los módulos fotovoltaicos incluirán que todas las células estarán medidas y calibradas mediante una fuente de iluminación, que se calibrará periódicamente con una referencia estándar, calibrada a su vez por el National Physics Laboratory de Inglaterra y el SRI de Estados Unidos. Los módulos terminados estarán calibrados en un simulador solar bajo las siguientes condiciones estándar de medida.

Densidad de masa aérea:	AM 1.5
Irradiación:	1000W/m <sup>2</sup> con temperatura uniforme de célula de 25°C.

El simulador imprimirá un registro computerizado de los siguientes parámetros:

- Tensión de circuito abierto Voc.
- Corriente de cortocircuito Isc.
- Corriente en el punto de máxima potencia Imp.
- Tensión en el punto de máxima potencia Vmp.
- Potencia pico Wp.
- Resistencia serie.

### 6.3.9. Especificaciones técnicas del inversor y sus protecciones

Los inversores son los aparatos electrónicos encargados de transformar la energía eléctrica en corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos en corriente alterna apta para ser inyectada en la red de distribución.

Los inversores aquí citados son también los encargados del seguimiento del punto de máxima de potencia del módulo fotovoltaico maximizando de esta forma la producción de energía sean cuales sean las condiciones meteorológicas. Hay que tener en cuenta que la producción fotovoltaica varía mucho dependiendo de una serie de factores externos como pueden ser la temperatura, las nubes y la irradiación, con lo cual es necesario tener algún sistema para mantener al panel en el punto más favorable para la generación.

Se proyecta un inversor SMA modelo Sunnyboy 5.0 o equipos similares, cuyas características técnicas son las siguientes:

Tensión de entrada nominal	365 Vcc
Máxima tensión de entrada	500 Vcc
Potencia nominal de salida	5 kW
Máxima eficiencia	97 %
Tensión de salida	230 Vac
Frecuencia de salida	50 Hz
Tasa de distorsión armónica (THD)	<3%
Refrigeración	Ventilador regulado
Índice de protección	IP 65
Rango admisible de temperaturas	-10...45°C

Las tolerancias de los valores de tensión y frecuencia inyectadas por el inversor dependen totalmente de la red a la que esté conectada el inversor. El inversor sigue la frecuencia y tensión de la red dentro de los límites permitidos por el Real Decreto 1699/2011. Por lo tanto, si la red tiene una frecuencia de por ejemplo 50,5 Hz el inversor inyecta a esta frecuencia, lo mismo ocurre con la tensión de corriente alterna.

Este inversor estará certificado y cumple con la siguiente normativa:

- Marcado CE.
- Directiva 73/23 EEC para aparatos eléctricos de baja tensión.
- Directiva 89/336/EEC de compatibilidad electromagnética.
- Estándares europeos: EN 50 178, EN 50 081-1, EN 50 082-2, EN 61 000-3-2 + A14.
- Real Decreto 1699/2011 sobre la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

### 6.3.10. Protecciones del inversor

El inversor tiene una serie de funciones de protección tanto para la protección de las personas como para la autoprotección del equipo:

- Protección contra fallos de aislamiento: El inversor monitorizará la conexión a tierra de la parte fotovoltaica y mostrará un mensaje de error si hay un error de aislamiento.
- Protección contra sobre-corriente a la salida.
- Protección contra inversión de polaridad en la parte DC. El inversor estará protegido contra inversiones de polaridad desde los paneles.
- Protección contra sobrecalentamientos: El inversor dispondrá de unos ventiladores que regulan su velocidad según la temperatura interna del mismo para evitar sobrecalentamientos que puedan destruir el equipo. En caso de que los ventiladores no consigan reducir la temperatura a límites razonables el inversor podrá reducir la energía entregada a la red para protegerse.
- Protección contra sobretensiones transitorias en la entrada y salida.

- Protecciones contra el funcionamiento en modo isla: Siguiendo las directrices marcadas por el RD1699/2011 el inversor se desconectará cuando detecte que está funcionando en modo isla (sin apoyo de la red de baja tensión) para evitar daños sobre las personas que puedan estar trabajando en dicha red.

#### **6.3.11. Aplicación del Real Decreto 1699/2011 al inversor**

Los inversores estarán certificados para las condiciones impuestas por el RD 1699/2011 que son:

- Dispondrán de un interruptor de interconexión interno para la desconexión automática.
- Dispondrán de protección interna de máxima y mínima frecuencia (49- 51 Hz) según normativa española.
- Dispondrán de protección interna de máxima y mínima tensión (197-251V) según normativa española.
- Software de ajuste de las protecciones de tensión y frecuencia no accesible por el usuario.
- Dispondrán de un relé de bloqueo de protecciones. Este relé es activado por las protecciones de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia, con la posibilidad de rearme automático a los tres minutos de la normalización.

#### **6.3.12. Sistema de monitorización**

Los inversores incluirán un sistema de monitorización para comprobar el funcionamiento del inversor y de diversos parámetros. El sistema de monitorización se realiza mediante la interfaz web WLAN y Speedwire integrada en el inversor que permite conectar de forma directa al sunny portal o sistema similar.

#### **6.3.13. Estructura soporte**

La estructura estará calculada según norma MV-103 para soportar cargas de viento, etc., cuando soporten cargas de nieve deben cumplir también la el CTE en su DB -SE. No solo la estructura soportará estas cargas, también la unión al punto de apoyo y el propio apoyo será capaz de soportar estas cargas.

Además, las estructuras deben estar conectadas a tierra para evitar que acumulen cargas electrostáticas y para evitar posibles problemas en caso de tormenta.

La estructura y el sistema de sujeción de los módulos permitirán la necesaria dilatación térmica para evitar esfuerzos metálicos sobre los marcos de los módulos.

La sujeción de los módulos a la estructura se realizará por 4 puntos para asegurar que no se produzcan flexiones sobre los módulos.

Los topes de sujeción para los módulos a la estructura están pensados para que no den sombra a las células.

En caso de estructuras metálicas de un material diferente al del marco de los paneles se colocarán medios para evitar el contacto directo entre los dos metales que podrían ocasionar corrosión por par galvánico, por ejemplo, arandelas de Nylon.

La valoración y descripción de la solución estructural prevista no es objeto de este proyecto y estará contemplada en los proyectos de Arquitectura y Estructuras.

#### **6.3.14. Especificaciones técnicas del cuadro de distribución, protección, mando y medida lado AC**

Es el cuadro donde se alojan las protecciones de las personas contra contactos directos e indirectos, y de la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones de las corrientes alternas generadas a la salida de los inversores. Estará formado por un cuadro (IP55) metálico que aloja los diferentes mecanismos de protección y mando. Dicho cuadro será de doble aislamiento según EN60.439-1 y resistente a los principales agentes químicos y atmosféricos. Será resistente al fuego y autoextinguible.

El cuadro puede ser precintado y tendrá acceso la empresa de distribución y su alojamiento deberá ser definido por dicha empresa. El cuadro está formado básicamente por los siguientes elementos:

- Se instalará un interruptor magnetotérmico a la salida de cada inversor para evitar cortocircuitos y facilitar la desconexión de los mismos en caso de avería.
- A todo esto, hay que añadir un interruptor magnetotérmico general y un interruptor diferencial para el conjunto de inversores que servirá para proteger a las personas de posibles derivaciones.
- Todo lo descrito se refleja en el esquema unifilar presentado.
- Las protecciones magnetotérmicas cumplirán con la normativa UNE-EN 60898 y las protecciones diferenciales cumplirán con la UNE-EN 61008.

#### **6.3.15. Especificaciones técnicas del cuadro general de protección y contadores**

Se ha previsto la instalación de un contador bidireccional en la instalación fotovoltaica del edificio departamento, para contabilización de energía generada y energía consumida.

Es el cuadro que contiene los contadores de energía consumida, generada y fusibles de protección, dicho cuadro estará homologado por la empresa de distribución.

Estará formada por un cuadro de poliéster armado con fibra de vidrio, autoextingible según UNE 53.315, resistente a la acción de los agentes químicos y a los rayos UV, de buen comportamiento a la temperatura y elevada resistencia al choque.

La puerta llevará grabado el anagrama de electricidad y estará equipada con una cerradura precintable.

El cuadro llevará unas mirillas para ver la lectura sin necesidad de abrir el armario, dichas mirillas llevarán impresa las siglas UV, el material de dichas mirillas es de material transparente e inalterable a la exposición de los ultravioletas.

El grado de protección será una vez montado IP 47 según UNE 20.324.

En todo caso la instalación del cuadro de contadores, los equipos de medida y las condiciones de seguridad estarán de acuerdo con el ITC-BT-13.

Los contadores de energía estarán dispuestos según normativa vigente y la elección del contador tendrá en cuenta lo dispuesto en la normativa de aplicación.

El contador será tal que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica se encuentre entre el 50% de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión de dicho equipo.

El contador debe poder medir la corriente en los dos sentidos, en caso de no disponer de un contador de estas características se dispondrán dos, uno para leer la corriente generada y otro para medir la consumida.

#### **6.3.16. Cableado**

El cableado se dimensionará con el objetivo de reducir al máximo las posibles caídas de tensión en la línea que pueden producir pérdidas de rendimiento en el sistema. Para este proyecto se ha establecido una caída de tensión máxima del 1%, inferior a lo establecido en la ITC BT 40 (1.5%).

Con este objetivo se dimensionarán todos los cables para reducir las pérdidas por caída de tensión en cable cumpliendo además con lo incluido en el Reglamento de Baja Tensión sobre caídas de tensión permitidas en cableado.

Cableado de cada cadena de módulos a cada inversor

El cableado que se va a emplear es flexible que es el cable que permiten los conectores multicontact que emplean tanto los paneles fotovoltaicos como los inversores.

Este es un cable de doble aislamiento de 0,6/1kV. La temperatura máxima para este cable es de 90°C y el material conductor es cobre. El recubrimiento del cable es resistente a la radiación ultravioleta siendo totalmente apto para instalación en exteriores.

La corriente máxima que circulará por cada par de conductores será de 20 Amperios en corriente continua.

Cableado del inversor a punto de enganche en CGBT

La línea de alimentación, estará realizada en conductor de cobre de 3×10 mm<sup>2</sup>, bajo tubo. El conductor a emplear será de cobre con tensión asignada de 0,6/1KV, tipo RZ1-K(AS). Será por tanto no propagador de incendios y con emisión de humos y opacidad reducida.

## **ANEXO I SIMULACIÓN DE GENERACIÓN ANUAL DE ENERGÍA**

Para la evaluación de la generación anual de energía se ha empleado el software gratuito PVGIS, que proporciona:

Potencial fotovoltaico para diferentes tecnologías y configuraciones de sistemas conectados a la red e independientes.

Radiación solar y temperatura, como promedios mensuales o perfiles diarios.

Serie de tiempo completo de valores horarios tanto de radiación solar como de rendimiento fotovoltaico.

Datos típicos del año meteorológico para nueve variables climáticas.

Mapas, por país o región, de recursos solares y potencial fotovoltaico listos para imprimir.

El software PVMAPS incluye todos los modelos de estimación utilizados en PVGIS



PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

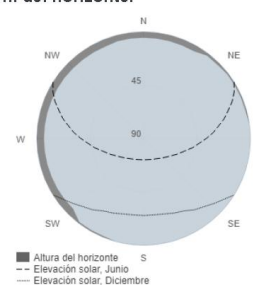
**Datos proporcionados:**

Latitud/Longitud: 40.766, -3.582  
Horizonte: Calculado  
Base de datos: PVGIS-SARAH  
Tecnología FV: Silicio cristalino  
FV instalado: 4.8 kWp  
Pérdidas sistema: 14 %

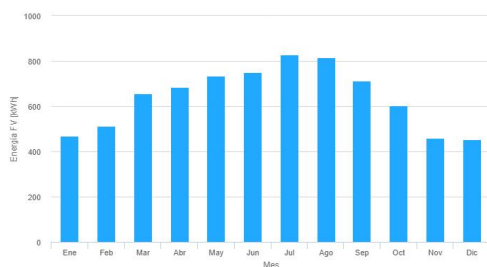
**Resultados de la simulación**

Ángulo de inclinación: 35 °  
Ángulo de azimut: 0 °  
Producción anual FV: 7690.22 kWh  
Irradiación anual: 2036.7 kWh/m²  
Variación interanual: 275.67 kWh  
Cambios en la producción debido a:  
Ángulo de incidencia: -2.58 %  
Efectos espectrales: 0.49 %  
Temperatura y baja irradiancia: -6.56 %  
Pérdidas totales: -21.34 %

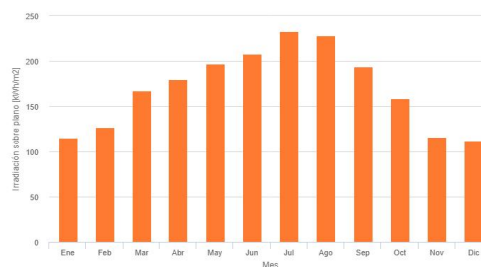
**Perfil del horizonte:**



**Producción de energía mensual del sistema FV fijo:**



**Irradiación mensual sobre plano fijo:**



**Energía FV y radiación solar mensual**

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	469.6	115.5	121.9
Febrero	512.5	127.1	91.1
Marzo	657.5	167.4	89.9
Abril	684.9	179.5	56.3
Mayo	734.8	197.0	62.2
Junio	751.7	208.0	30.4
Julio	828.2	233.1	25.7
Agosto	815.2	228.4	15.2
Septiembre	712.0	194.0	31.1
Octubre	605.2	158.5	67.2
Noviembre	462.4	115.7	80.7
Diciembre	456.2	112.4	65.8

E\_m: Producción eléctrica media mensual del sistema dado [kWh].

H(i)\_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].

SD\_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

La Comisión Europea mantiene este web para facilitar el acceso público a la información sobre sus iniciativas y las políticas de la Unión Europea en general.

Nuestro propósito es mantener la información precisa y al día.

Trataremos de corregir los errores que se nos señalen.

No obstante, la Comisión declina toda responsabilidad en relación con la información incluida en este web.

Dicha información:

(i) es de carácter general y no aborda circunstancias específicas de personas u organismos concretos,

(ii) no es necesariamente exhaustiva, completa, exacta o actualizada.

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2021.

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Datos mensuales de irradiación 2021/11/09

Joint  
Research  
Centre

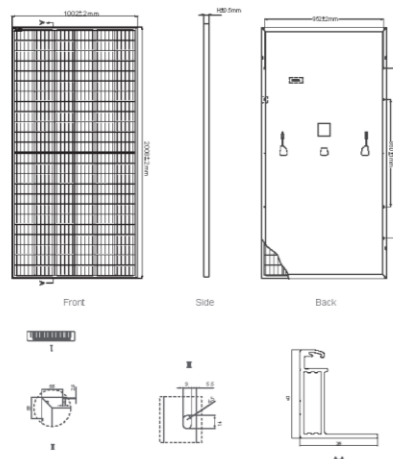
## ANEXO II FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS

### INVERSOR FOTOVOLTAICO

Datos técnicos	Sunny Boy 3.0	Sunny Boy 3.6	Sunny Boy 4.0	Sunny Boy 5.0	Sunny Boy 6.0
<b>Entrada (CC)</b>					
Potencia máx. del generador fotovoltaico	5500 Wp	5500 Wp	7500 Wp	7500 Wp	9000 Wp
Tensión de entrada máx.	600 V				
Rango de tensión del MPP	De 110 V a 500 V	De 130 V a 500 V	De 140 V a 500 V	De 175 V a 500 V	De 210 V a 500 V
Tensión asignada de entrada	365 V				
Tensión de entrada mín./de inicio	100 V/125 V				
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B	15 A/15 A				
Corriente máx. de entrada por string, entradas: A / B	20 A/20 A				
Número de entradas de MPP independientes/Strings por entrada de MPP	2/A:2; B:2				
<b>Salida (CA)</b>					
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	3000 W	3680 W	4000 W	5000 W <sup>1)</sup>	6000 W
Potencia máx. aparente de CA	3000 VA	3680 VA	4000 VA	5000 VA <sup>1)</sup>	6000 VA
Tensión nominal de CA/Rango	220 V, 230 V, 240 V/De 180 V a 280 V				
Frecuencia de red de CA/Rango	50 Hz, 60 Hz/De -5 Hz a +5 Hz				
Frecuencia asignada de red/Tensión asignada de red	50 Hz/230 V				
Corriente máx. de salida	16 A	16 A	22 A <sup>2)</sup>	22 A <sup>2)</sup>	26,1 A
Factor de potencia a potencia asignada	1				
Factor de desfase ajustable	0,8 inductivo a 0,8 capacitivo				
Fases de inyección/conexión	1/1				
<b>Rendimiento</b>					
Rendimiento máx./europeo Rendimiento	97,0 %/96,4 %	97,0 %/96,5 %	97,0 %/96,5 %	97,0 %/96,5 %	97,0 %/96,6 %
<b>Dispositivos de protección</b>					
Punto de desconexión en el lado de entrada	●				
Monitorización de toma a tierra/de red	● / ●				
Protección contra polarización inversa de CC/Resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica	● / ● / –				
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal	●				
Clase de protección (según IEC 61140)/Categoría de sobretensión (según IEC 60664-1)	I/III				
<b>Datos generales</b>					
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	435 mm/470 mm/176 mm (17,1 in/18,5 in/6,9 in)				
Peso	17,5 kg (38,5 lb)				
Rango de temperatura de funcionamiento	De -25 °C a +60 °C (de -13 °F a +140 °F)				
Emisión sonora, típica	25 dB(A)				
Autoconsumo (nocturno)	5,0 W				
Topología	Sin transformador				
Sistema de refrigeración	Convección				
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65				
Clase climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H				
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100 %				
<b>Equipamiento</b>					
Conexión de CC/CA	SUNCLIX/Conector de enchufe de CA				
Visualización a través de teléfono inteligente, tableta o portátil	●				
Interfaces: WLAN, Speedwire/Webconnect	● / ● / ●				
Protocolos de comunicación	Modbus (SMA, Sunspec), Webconnect, SMA Data				
Gestión de las sombras: SMA ShadeFix (integrada)	●				
Garantía: 5/10/15 años	● / ○ / ○				
Certificados y autorizaciones (otros a petición)	AS 4777.2, C10/11, CE, CEI 0-21, Dansk Energi DK1/2, DEWA, DIN EN 62109 / IEC 62109, EN 50438, EN 50549-1, G98/1, G99/1, IEC 61727, IEC 62116, IEC-EN 50438, NBR16149, NEN-EN 50438, NRS 097-2-1, NT_Ley20.571, ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 & TOR Erzeuger Typ A, PPC, PPDS, RD1699, RfG compliant, SL4777, UTE C15-712, VDE0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014				
Disponibilidad de SMA Smart Connected en los países	AU, AT, BE, CH, DE, ES, FR, IT, LU, NL, UK				
● Equipamiento de serie    ○ Opcional – No disponible Datos en condiciones nominales: 09/2020					
1) 4600 W/4600 VA para VDE-AR-N 4105 2) AS 4777: 21,7 A					
Modelo comercial	SB3.0-1AV-41	SB3.6-1AV-41	SB4.0-1AV-41	SB5.0-1AV-41	SB6.0-1AV-41

## PANEL FOTOVOLTAICO

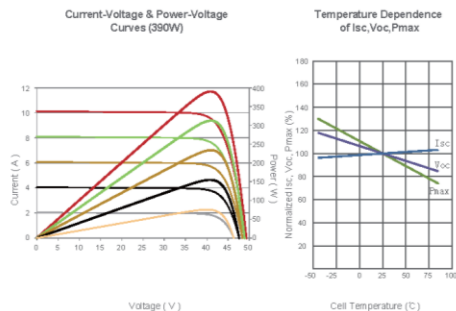
### Engineering Drawings



### Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)  
27pcs/pallet, 54pcs/stack, 594pcs/40'HQ Container

### Electrical Performance & Temperature Dependence



### Mechanical Characteristics

Cell Type	Mono PERC 158.75×158.75mm
No. of Half-cells	144 (6×24)
Dimensions	2008×1002×40mm (79.06×39.45×1.57 inch)
Weight	22.5 kg (49.6 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TUV 1x4.0mm <sup>2</sup> , Anode 290mm, Cathode 145mm or Customized Length

### SPECIFICATIONS

Module Type	JKM390M-72H-V		JKM395M-72H-V		JKM400M-72H-V		JKM405M-72H-V		JKM410M-72H-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	390Wp	294Wp	395Wp	298Wp	400Wp	302Wp	405Wp	306Wp	410Wp	310Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.1V	39.1V	41.4V	39.3V	41.7V	39.6V	42.0V	39.8V	42.3V	40.0V
Maximum Power Current (Imp)	9.49A	7.54A	9.55A	7.60A	9.60A	7.66A	9.65A	7.72A	9.69A	7.76A
Open-circuit Voltage (Voc)	49.3V	48.0V	49.5V	48.2V	49.8V	48.5V	50.1V	48.7V	50.4V	48.9V
Short-circuit Current (Isc)	10.12A	8.02A	10.23A	8.09A	10.36A	8.16A	10.48A	8.22A	10.60A	8.26A
Module Efficiency STC (%)	19.38%		19.63%		19.88%		20.13%		20.38%	
Operating Temperature (°C)					-40°C~+85°C					
Maximum System Voltage					1500VDC (IEC)					
Maximum Series Fuse Rating					20A					
Power Tolerance					0~+3%					
Temperature Coefficients of Pmax					-0.36%/°C					
Temperature Coefficients of Voc					-0.28%/°C					
Temperature Coefficients of Isc					0.048%/°C					
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)					45±2°C					

STC: ☀ Irradiance 1000W/m<sup>2</sup> 📱 Cell Temperature 25°C ☁ AM=1.5

NOCT: ☀ Irradiance 800W/m<sup>2</sup> 📱 Ambient Temperature 20°C ☁ AM=1.5 🌪 Wind Speed 1m/s

\* Power measurement tolerance: ± 3%

