

## **ANEJO 7: MEMORIA DE LAS INSTALACIONES**

<b>1.- OBJETO DE PROYECTO.....</b>	<b>- 1 -</b>
<b>2.- NORMATIVA DE APLICACIÓN.....</b>	<b>- 1 -</b>
<b>3.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y ESPECIALES.....</b>	<b>- 2 -</b>
3.1.- Descripción de la instalación: Acometida y distribución eléctrica.....	- 2 -
3.2.- Cuadros eléctricos.....	- 3 -
3.3.- Distribución de circuitos.....	- 4 -
3.4.- Iluminación.....	- 4 -
3.5.- Iluminación de emergencia.....	- 5 -
3.6.- Fuerza.....	- 6 -
3.7.- Justificación de la Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación. ....	- 6 -
3.7.1. Valor de Eficiencia Energética de la Instalación.....	- 6 -
3.7.2. Potencia instalada en edificio.....	- 7 -
3.7.3. Sistemas de control y regulación.....	- 7 -
3.8.- Otras consideraciones.....	- 8 -
3.9.- Red de Tierra.....	- 8 -
3.9.1. Red de tierra Principal.....	- 8 -
3.9.2. Redes equipotenciales.....	- 8 -
3.9.3. Cálculo Red de Tierra.....	- 9 -
3.10.- Anexo de cálculo.....	- 12 -
3.10.1. Intensidad máxima admisible.....	- 12 -
3.10.2. Caída de Tensión.....	- 12 -
3.10.3. Intensidad de cortocircuito.....	- 14 -
3.10.4. Sección de las líneas.....	- 15 -
3.10.5. Cálculo de las protecciones.....	- 15 -
<b>4.- INSTALACIONES ESPECIALES. TELECOMUNICACIONES.....</b>	<b>- 24 -</b>
4.1.- Descripción de la instalación.....	- 24 -
4.2.- Cuarto de Instalaciones de Telecomunicaciones y Rack Secundario.....	- 24 -
4.3.- Canalización interior.....	- 25 -
4.4.- Tomas de acceso.....	- 26 -
4.5.- Requisitos de la instalación.....	- 27 -
<b>5.- INSTALACIONES DE FONTANERÍA.....</b>	<b>- 28 -</b>
5.1.- Descripción de la Instalación.....	- 28 -
5.2.- Mantenimiento, conservación y pruebas de funcionamiento.....	- 32 -
5.3.- Clasificación de los Suministros.....	- 32 -
5.4.- Producción de ACS.....	- 35 -
<b>6.- INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.....</b>	<b>- 36 -</b>
6.1.- Datos de diseño.....	- 36 -
6.1.1. Datos relativos al emplazamiento.....	- 36 -
6.1.2. Carga de consumo de agua caliente sanitaria.....	- 36 -
6.1.3. Parámetros de diseño.....	- 37 -

<b>6.2.- Configuración elegida.....</b>	<b>- 37 -</b>
6.2.1. Resultados de la simulación a largo plazo.....	- 38 -
6.2.2. Pérdidas por orientación, inclinación y sombras .....	- 38 -
6.2.3. Relaciones entre las principales dimensiones .....	- 39 -
<b>6.3.- Descripción de la instalación .....</b>	<b>- 39 -</b>
6.3.1. Sistema de captación.....	- 39 -
6.3.2. Sistema de acumulación solar.....	- 40 -
6.3.3. Sistema de intercambio.....	- 41 -
6.3.4. Circuitos hidráulicos.....	- 41 -
6.3.5. Sistema de disipación .....	- 42 -
6.3.6. Sistema de control .....	- 42 -
<b>6.4.- Anexo de cálculo.....</b>	<b>- 43 -</b>
6.4.1. Cálculo de la cobertura solar.....	- 43 -
6.4.2. Cálculos hidráulicos .....	- 45 -
<b>7.- INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.....</b>	<b>- 50 -</b>
7.1.- Generalidades. ....	- 50 -
7.2.- Caldera.....	- 50 -
7.3.- Radiadores. ....	- 51 -
7.4.- Aerotermos.....	- 51 -
7.5.- Red de calefacción.....	- 51 -
7.6.- Selección de equipos.....	- 52 -
7.7.- Cálculos Justificativos.....	- 52 -
7.7.1. Método de cálculo de cargas térmicas .....	- 52 -
7.7.1. Selección de radiadores.....	- 52 -
7.7.2. Selección de Bombas .....	- 61 -
<b>8.- INSTALACIÓN DE GAS.....</b>	<b>- 70 -</b>
8.1.- Características del gas.....	- 70 -
8.2.- Demanda de consumo. ....	- 71 -
8.3.- Descripción de la instalación. ....	- 71 -
8.4.- Cálculos justificativos.....	- 72 -
8.5.- Sala de Calderas.....	- 74 -
8.5.1. Ventilación superior.....	- 74 -
8.5.2. Ventilación Inferior.....	- 74 -
<b>9.- INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN.....</b>	<b>- 75 -</b>
9.1.- Memoria de Ventilación.....	- 75 -
9.2.- Descripción de la instalación de ventilación. ....	- 75 -
9.3.- Cálculos justificativos.....	- 76 -
9.4.- Método Directo por Calidad del Aire Percibido .....	- 76 -
9.5.- Calculo de la ventilación:.....	- 79 -
9.6.- Instalación de Sistemas Integrados de Ahorro de la Ventilación .....	- 84 -
9.7.- Relación de caudales y temperatura de mezcla .....	- 93 -
9.7.1. Distribución de Aire .....	95
9.7.2. Cálculo de las redes de conductos .....	98
9.8.- Instalación de extracción de núcleos húmedos. ....	116

<b>10.-</b>	<b>INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....</b>	<b>118</b>
10.1.-	Generalidades. ....	118
10.2.-	Sistema de extinción de incendios. ....	119
10.2.1.	Extintores portátiles.....	119
10.3.-	Sistema de señalización. ....	119
10.3.1.	Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios. ....	119
10.3.2.	Señalización de los medios de evacuación.....	119

---

## **1.- OBJETO DE PROYECTO.**

El presente proyecto de instalaciones contempla el conjunto de todos los servicios de instalaciones eléctricas, calefacción, ventilación y gas correspondiente al PROYECTO BÁSICO, DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN DEL CEIP WILLIAM SHAKESPEARE DE COSLADA 10 AULAS DE PRIMARIA Y 3 DESDOBLE Y GIMNASIO.

En él se incluye la descripción, el diseño y cálculo del conjunto de las instalaciones eléctricas y mecánicas que son necesarias y preceptivas para el abastecimiento y servicios del edificio objeto del presente Proyecto.

## **2.- NORMATIVA DE APLICACIÓN.**

En la redacción del presente proyecto se tiene en cuenta la siguiente Normativa y reglamentaciones:

### **Generales y sobre la construcción:**

Código Técnico de la Edificación/06.

Normas Tecnológicas del Ministerio de la Vivienda N.T.E.-I.S.V./75

Ordenanza General de Protección del Medio Ambiente Urbano.

RD 556/89 del 19 de Mayo 89 sobre medidas mínimas de accesibilidad en los edificios.

Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9 de Marzo del 71 publicado en el B.O.E. 16 y 17 Marzo 71.

Ley 8/1993, de 22 de Junio de promoción de la accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas.

### **Sobre las instalaciones eléctricas:**

Código Técnico de la Edificación/06.

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. Decreto 842/2002 del 2 de agosto de 2.004.

Norma Particulares de la Compañía Suministradora.

### **Sobre las instalaciones de telecomunicaciones**

Real Decreto 401/2003, de 4 de abril. Reglamento regulador de las ICT y la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones

Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo. Estable el nuevo reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones.

Norma particulares de ICM

---

### **Sobre las instalaciones de calefacción y climatización:**

Real Decreto 1027/07, de 20 de Julio. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

Código Técnico de la Edificación/06.

Reglamento de Recipientes a Presión.

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

Normas UNE de aplicación.

### **Sobre Protección Contra Incendios:**

Código Técnico de la Edificación/06.

R.D. Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

Reglamento General de Policía de Espectáculos Públicos y Actividades Recreativas.(RD 2816/82)

### **Sobre las instalaciones solares:**

Código Técnico de la Edificación/06.

### **Sobre Protección del Medio Ambiente:**

Código Técnico de la Edificación/06.

Ley 02/2002 de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid.

Ley de Desechos y Residuos Sólidos Urbanos, Ley 42/75 del 19-11-75.

Decreto 840/1966 de 24 de Marzo del Ministerio del Interior sobre previsión de sistemas correctores contra el deterioro del medio ambiente.

Así como cualquier normativa particular del Excmo. Ayuntamiento de Coslada.

## **3.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y ESPECIALES.**

### **3.1.- Descripción de la instalación: Acometida y distribución eléctrica.**

El centro tiene su punto de acometida eléctrica actualmente en baja tensión, mediante una línea de 4x120+TTx70mm<sup>2</sup> en cobre con aislamiento tipo RZ1-K 0,6/1kV, alimentando al Cuadro General de Mando y Protección (C.G.M.P) situado en un cuarto específico en el edificio existente con interruptor de corte en carga de 125A.

Al tratarse de un centro con una ocupación superior de 300 personas, y al tratarse de un edificio de pública concurrencia, por el uso específico para el que está destinado dentro de lo especificado en las ITC-BT-28 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión dispone de un suministro de socorro. El suministro secundario es un grupo electrógeno de 35kVA situado en la

urbanización de la parcela desde donde se alimentará los nuevos cuadros secundarios de esta fase que alimentan a un tercio de la iluminación de la ampliación.

En esta fase, se realizará una modificación al cuadro, ampliando el interruptor de corte en carga a 160A para absorber el aumento de potencia. Además desde el cuadro se alimentarán nuevos cuadros secundarios de la nueva ampliación tal y como se indica en los planos.

La alimentación desde el C.G.M.P. hasta los nuevos cuadros secundarios de esta fase se realizará mediante cable de cobre con aislamiento tipo RZ1-K 0,6/1kV bajo tubo protector a través del falso techo tal y como aparece indicado en los planos. Los cuadros secundarios que se alimentarán desde el C.G.M.P. serán: Cuadro Secundario de Planta Baja, Cuadro Secundario de Planta Primera, Cuadro Secundario de Cuarto de Calderas 2 y Cuadro Secundario de Gimnasio.

Desde los cuadros secundarios se realiza la distribución de las líneas eléctricas interiores a los distintos receptores de alumbrado y fuerza bajo bandeja metálica en las zonas de pasillo y bajo tubo protector en el interior de las aulas. Se van a emplear cables de cobre RZ1 0,6/1Kv (AS) y/o ESO7Z1K (AS) (del tipo no propagador del incendio, sin práctica emisión de humos y exento de gases tóxicos). Las secciones empleadas de los conductores eléctricos, así como el calibre de las protecciones magnetotérmicas y diferenciales se indican en los esquemas unifilares.

La canalización para las pista deportivas se realizará en zanja de 0.70 m de profundidad, en un terreno con resistividad térmica media de 1 K.m/W y temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25°C, siendo el conductor de cobre, de tensión 0,6/1 kV, el aislamiento a base de polietileno reticulado, y de sección indicada en los esquemas del cuadro eléctrico.

La potencia adicional considerada para el edificio en esta fase es de 25 Kw, según se indica en el anexo de cálculos correspondiente y en el esquema unifilar.

Para la definición del calibre de los interruptores automáticos de protección de cada circuito y de la sección de los circuitos eléctricos se ha tenido en cuenta unos factores de arranque que se establecen en 1,8 para alumbrado por fluorescencia o lámparas de descarga, 1,9 para alumbrado de emergencia, 1,25 para las tomas de fuerza, 1,3 en aparatos de elevación, tal y como se indica en el anexo de cálculos. Así mismo se ha considerado un cos FI de 0,9. El coeficiente de simultaneidad empleado es 0,8.

Los interruptores automáticos se han elegido teniendo en cuenta la mayoración anteriormente mencionada y las secciones de cable se han elegido teniendo en cuenta los coeficientes de calentamiento indicados en el Reglamento de Baja Tensión así como las caídas de tensión en las líneas.

### **3.2.- Cuadros eléctricos.**

Los cuadros secundarios estarán realizados en materiales metálicos, y serán de dimensiones adecuadas a las protecciones que contienen, con puerta plena, y estarán dotados de protecciones magnetotérmicas y diferenciales.

El cuadro se situará en la conserjería del centro.

### **3.3.- Distribución de circuitos**

Se han empleado cables unipolares de cobre del tipo RZ1-K 0,6/1Kv para la distribución superficial por bandeja y ES07Z1-K para los tamos de distribución bajo tubo protector de PVC flexible por falsos techos o en instalación empotrada. Todos los cables serán del tipo no propagador del incendio, sin práctica emisión de humos y exento de gases tóxicos.

Todos los circuitos van acompañados de un cable de protección amarillo-verde para toma de tierra, tanto en alumbrado como en fuerza.

Se emplearon las siguientes secciones mínimas, teniendo en cuenta las caídas de tensión desde el Cuadro de Mando y Protección:

- circuitos alumbrado normal, 1,5 mm<sup>2</sup>.
- circuitos alumbrado emergencia, 1,5 mm<sup>2</sup>.
- circuitos fuerza usos varios, 2,5 mm<sup>2</sup>.

Las caídas de tensión máximas admisibles en distribución han sido:

- circuitos alumbrado, 3 %.
- circuitos fuerza, 5 %.

Contadas teniendo en cuenta todas las caídas de tensión desde el CGBT.

Por tanto se cumple que las caídas de tensión totales en alumbrado y fuerza no superan los valores del 3% y del 5% respectivamente, establecidos por el R.E.B.T.

Para el cálculo de los circuitos de alumbrado por densidad de corriente se ha considerado el factor 1,8 que establece el R.E.B.T.

### **3.4.- Iluminación.**

Para conseguir un nivel mínimo de confort visual se ha diseñado una iluminación de los distintos recintos que contemple los siguientes aspectos mínimos establecidos en la norma UNE-EN 12464:

Pasillos normales: 100 lux A

Almacenes: 100lux.

Aulas y zonas con requerimientos visuales normales: 300 y/o 500 lux.

El tipo de iluminación prevista es de tipo fluorescencia en las aulas, para el alumbrado de las distintas zonas comunes o de paso se ha previsto una iluminación con downlights, así como en los aseos.



---

### **3.5.- Iluminación de emergencia**

Para alumbrado de señalización y emergencia se han empleado equipos autónomos fluorescentes, 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. En el anexo de cálculo de iluminación se aporta la justificación.

### **3.6.- Fuerza.**

Las bases de enchufe singulares para usos varios serán bipolares 10/16 A con toma de tierra lateral normalmente empotradas en paredes, excepto en recintos de instalaciones que serán estancos y en instalación superficial.

### **3.7.- Justificación de la Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación.**

En el Anexo de Justificación del Cumplimiento del Documento Básico de Ahorro de Energía se incluye la justificación del cumplimiento de la DB-HE 3.

#### **3.7.1. Valor de Eficiencia Energética de la Instalación**

1 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 de la lámpara más el equipo auxiliar [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 vienen de terminados por la tabla que se indica a continuación:

<i>Zonas de actividad diferenciada</i>	<b>VEEI límite</b>
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

### 3.7.2. Potencia instalada en edificio

La potencia instalada en cada una de las salas es inferior a los establecidos en la tabla 2.2. del DB-HE-3 que se detalla a continuación:

Tabla 2.2 Potencia máxima de iluminación

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m2]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

### 3.7.3. Sistemas de control y regulación

La instalación de iluminación dispone, para cada zona, de un sistema de control y regulación con las siguientes condiciones:

- toda zona dispone al menos de un sistema de encendido y apagado manual.
- Toda zona dispondrá de un sistema de encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico. Las zonas de uso esporádico disponen de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia temporizado o sistema de pulsador temporizado.
- se han instalado sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulan proporcionalmente y de manera automática por sensor de luminosidad el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural de las luminarias de las habitaciones de menos de 6 metros de profundidad y en las dos primeras líneas paralelas de luminarias situadas a una distancia inferior a 5 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario

### **3.8.- Otras consideraciones.**

Las secciones de los cables se encuentran indicadas en los esquemas unifilares de los planos de electricidad correspondientes, de modo que las caídas de tensión en las líneas de distribución de energía eléctrica no superan el 5%.

Los niveles de cortocircuito se encuentran cubiertos por el aparellaje escogido y se asegura una selectividad en las protecciones de los diferentes circuitos.

Los cálculos de los diferentes circuitos eléctricos se detallan en los anejos de cálculo que siguen a continuación

### **3.9.- Red de Tierra**

#### **3.9.1. Red de tierra Principal**

Se ha de ejecutar la red de tierra la ampliación con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados, cumpliendo de esta manera con lo establecido el Reglamento electrotécnico para baja tensión en la ITC-BT-18. Esta red estará unida a la existente en las fases anteriores para evitar diferencias de tensión en el terreno.

La línea principal de tierra estará formada por conductor de Cu desnudo de 35mm<sup>2</sup> de sección y se dispondrá enterrado en zanja. La profundidad mínima de la zanja ha de ser de 0,50m evitando que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia de hielo u otros efectos climáticos, aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto.

La línea principal de tierra se ha de conectar con al menos uno de los hierros principales de cada encepado y con la placa base de cada uno de los pilares tal como se indica en el plano correspondiente de red de tierra. Las conexiones se han de ejecutar mediante soldadura aluminotérmica, obteniendo de esta manera una conexión fiable y segura, cumpliendo con lo establecido en el REBT en la ITC-BT-26.

#### **3.9.2. Redes equipotenciales.**

En todos los aseos y núcleos húmedos se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas (agua, desagüe, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicas y todos los demás elementos conductores que existan en la estancia y sean accesibles, tales como marcos de puertas, de ventanas, radiadores, etc.

El conductor con el que se realice la red equipotencial será de cobre, de sección igual al conductor de fase de la instalación eléctrica y la unión a los elementos metálicos se hará mediante soldadura aluminotérmica o bien se fijarán con sistemas de sujeción apropiados.

Todas las redes equipotenciales se unirán entre sí y con la toma de tierra del edificio.

### 3.9.3. Cálculo Red de 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 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 arcilloso consolidado, considerando su resistividad acotada entre 100 y 200  $\Omega \cdot m$ , en el caso más desfavorable.

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

Cimentación	
L hilo	175,63
Re terreno	20
R hilo	0,22775152
N picas	4
L picas	2
Re terreno	20
R picas	2,5
R total	0,20873558

Cimentación	
L hilo	175,63
Re terreno	100
R hilo	1,13875762
N picas	4
L picas	2
Re terreno	100
R picas	12,5
R total	1,04367792

Según los cálculos, la resistencia de la red de tierras se encuentra comprendida entre 0,20 $\Omega$  y 1,04 $\Omega$  aproximadamente, tomando los valores mínimo y máximo de resistividad del terreno

respectivamente, por ello se puede concluir que la red de tierras instalada es válida para conseguir el nivel de protección adecuado en el edificio.

En base a la norma SUA 8 (Norma de Seguridad de utilización y accesibilidad del CTE) se realizan los cálculos para la instalación del pararrayos. Según se nos marca en la SUA 8 comprobamos la eficacia E requerida para nuestra instalación:

$$E = 1 - \frac{N_e}{N_s}$$

$N_e$  es la frecuencia esperada de impactos y se determina mediante la siguiente expresión:

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

donde:

$N_g$  densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos/año, km<sup>2</sup>), obtenida según la figura 1.1

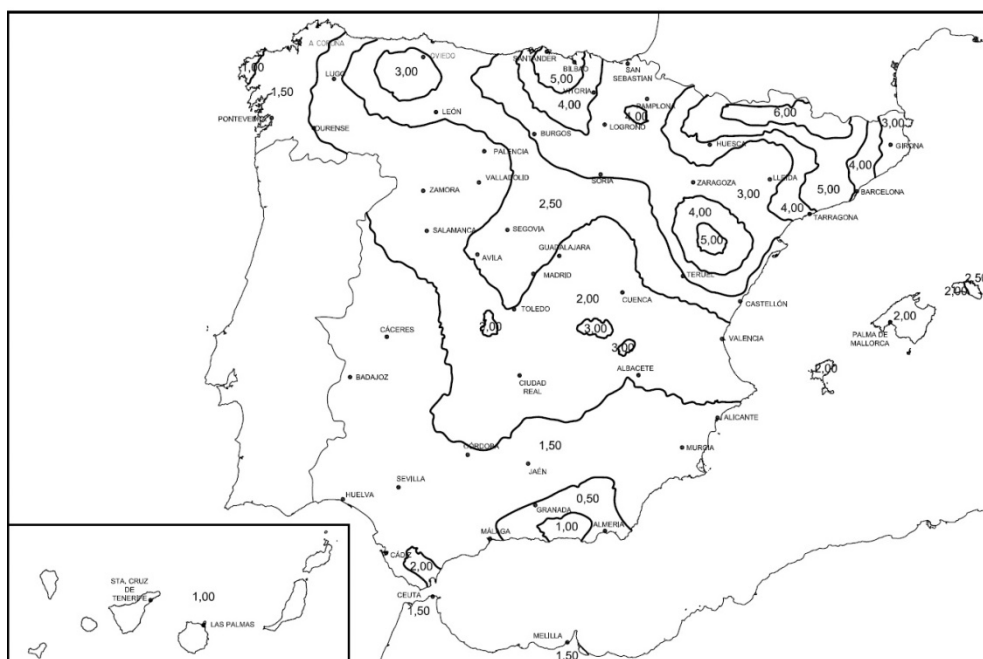


Figura 1.1 Mapa de densidad de impactos sobre el terreno  $N_g$

$A_e$ : superficie de captura equivalente del edificio aislado en m<sup>2</sup>, que es la delimitada por una línea trazada a una distancia 3H de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.

$C_1$ : coeficiente relacionado con el entorno, según la tabla 1.1.

Tabla 1.1 Coeficiente  $C_1$

Situación del edificio	$C_1$
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

#### Edificio aislado

En la tabla 1.1, se considera que un edificio está aislado cuando no hay otros edificios a menos de una distancia 3H.

$N_a$  es el riesgo admisible determinado por la siguiente expresión:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

donde:

$C_2$  coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 1.2

$C_3$  coeficiente en función del contenido del edificio, conforme a la tabla 1.3

$C_4$  coeficiente en función del uso del edificio, conforme a la tabla 1.4

$C_5$  coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, conforme a la tabla 1.5

**Tabla 1.2 Coeficiente  $C_2$**

	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

**Tabla 1.3 Coeficiente  $C_3$**

Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

**Tabla 1.4 Coeficiente  $C_4$**

Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

**Tabla 1.5 Coeficiente  $C_5$**

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Según el CTE RD 31-4/2006 las expresiones utilizadas para el cálculo de  $N_e$  y  $N_a$  son:

- Zona de España donde se encuentra el recinto a proteger  $N_g$ : Madrid (2)
- Superficie de captura equivalente  $A_e$ : 335,58 m<sup>2</sup>
- Situación relativa de la estructura  $C_1$ : Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos. (0,5)
- Material de la estructura en general  $C_2$ : Metálica
- Material de la cubierta del edificio  $C_2$ : Hormigón (1)
- Contenido del área a proteger  $C_3$ : Otros contenidos (1)
- Ocupación del área a proteger  $C_4$ : Usos Pública concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente (3)
- Consecuencia sobre el entorno  $C_5$ : Resto de edificios (1)

En base a éstas consideraciones obtenemos un valor de la eficacia E de -4,46 por lo que según se nos indica en la tabla 2.1 (nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida) obtenemos un nivel de protección 4 por lo que no necesitamos protección contra el rayo.

**Tabla 2.1 Componentes de la instalación**

<b>Eficiencia requerida</b>	<b>Nivel de protección</b>
$E \geq 0,98$	1
$0,95 \leq E < 0,98$	2
$0,80 \leq E < 0,95$	3
$0 \leq E < 0,80$ <sup>(1)</sup>	4

<sup>(1)</sup> Dentro de estos límites de *eficiencia* requerida, la instalación de protección contra el rayo no es obligatoria.

### 3.10.- Anexo de cálculo

#### 3.10.1. Intensidad máxima admisible

En el cálculo de las instalaciones se comprobará que las intensidades máximas de las líneas son inferiores a las admitidas por el Reglamento de Baja Tensión, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

1. Intensidad nominal en servicio monofásico:

$$I_n = \frac{P}{U_f \cdot \cos \varphi}$$

2. Intensidad nominal en servicio trifásico:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \varphi}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

In: Intensidad nominal del circuito en A

P: Potencia en W

Uf: Tensión simple en V

Ul: Tensión compuesta en V

cos(phi): Factor de potencia

#### 3.10.2. Caída de Tensión

En las instalaciones de enlace, la caída de tensión no superará los siguientes valores (por tratarse de contador centralizado):

Derivaciones individuales: 1,0%



En circuitos interiores de la instalación, la caída de tensión no superará los siguientes valores:

Circuitos de Alumbrado: 3,0%

Circuitos de Fuerza: 5,0%

Las fórmulas empleadas serán las siguientes:

1. C.d.t. en servicio monofásico

Despreciando el término de reactancia, dado el elevado valor de R/X, la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = 2 \cdot R \cdot I_n \cdot \cos \varphi$$

Siendo:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

2. C.d.t en servicio trifásico

Despreciando también en este caso el término de reactancia, la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot R \cdot I_n \cdot \cos \varphi$$

Siendo:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

La resistividad del conductor tomará los siguientes valores:

Cobre

$$\rho = \frac{1}{56}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

In: Intensidad nominal del circuito en A

P: Potencia en W

cos(phi): Factor de potencia

S: Sección en mm<sup>2</sup>

L: Longitud en m

ro: Resistividad del conductor en ohm·mm<sup>2</sup>/m

---

### 3.10.3. Intensidad de cortocircuito

Entre Fases:

$$I_{cc} = \frac{U_l}{\sqrt{3} \cdot Z_t}$$

Fase y Neutro:

$$I_{cc} = \frac{U_f}{2 \cdot Z_t}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

Ul: Tensión compuesta en V

Uf: Tensión simple en V

Zt: Impedancia total en el punto de cortocircuito en mohm

Icc: Intensidad de cortocircuito en kA

La impedancia total en el punto de cortocircuito se obtendrá a partir de la resistencia total y de la reactancia total de los elementos de la red hasta el punto de cortocircuito:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

Siendo:

R<sub>t</sub> = R<sub>1</sub> + R<sub>2</sub> + ... + R<sub>n</sub>: Resistencia total en el punto de cortocircuito.

X<sub>t</sub> = X<sub>1</sub> + X<sub>2</sub> + ... + X<sub>n</sub>: Reactancia total en el punto de cortocircuito.

Los dispositivos de protección deberán tener un poder de corte mayor o igual a la intensidad de cortocircuito prevista en el punto de su instalación, y deberán actuar en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por los cables no supere la máxima permitida por el conductor.

Para que se cumpla esta última condición, la curva de actuación de los interruptores automáticos debe estar por debajo de la curva térmica del conductor, por lo que debe cumplirse la siguiente condición:

$$I^2 \cdot t \leq C \cdot \Delta T \cdot S^2$$

para 0,01 ≤ 0,1 s, y donde:

I: Intensidad permanente de cortocircuito en A.

t: Tiempo de desconexión en s.

C: Constante que depende del tipo de material.

ΔT: Sobretemperatura máxima del cable en °C.

S: Sección en mm<sup>2</sup>

Se tendrá también en cuenta la intensidad mínima de cortocircuito determinada por un cortocircuito fase - neutro y al final de la línea o circuito en estudio.

Dicho valor se necesita para determinar si un conductor queda protegido en toda su longitud a cortocircuito, ya que es condición imprescindible que dicha intensidad sea mayor o igual que la intensidad del disparador electromagnético. En el caso de usar fusibles para la protección del cortocircuito, su intensidad de fusión debe ser menor que la intensidad soportada por el cable sin dañarse, en el tiempo que tarde en saltar. En todo caso, este tiempo siempre será inferior a 5 seg.

#### **3.10.4. Sección de las líneas**

Para el cálculo de los circuitos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

Caída de tensión: 3% para alumbrado y 5% para receptores de fuerza.

$I_{max}$ : La intensidad que circula por la línea ( $I$ ) no debe superar el valor de intensidad máxima admisible ( $I_z$ ).

Los resultados obtenidos para la caída de tensión se resumen en las tablas de cálculo:

#### **3.10.5. Cálculo de las protecciones**

Sobrecarga

Para que la línea quede protegida a sobrecarga, la protección debe cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$I_{uso} \leq I_n \leq I_z \text{ cable}$$

$$I_{tc} \leq 1.45 \times I_z \text{ cable}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

$I_{uso}$  = Intensidad de uso prevista en el circuito.

$I_n$  = Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico.

$I_z$  = Intensidad admisible del conductor o del cable.

$I_{tc}$  = Intensidad disparo del dispositivo a tiempo convencional.

Otros datos de la tabla son:

P Calc = Potencia calculada.

Tipo = (T) Trifásica, (M) Monofásica.

Cortocircuito

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} \geq I_{cc} \text{ máx}$$

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

Para  $I_{cc} \text{ máx}$ :  $T_p \text{ CC máx} < T_{\text{cable CC máx}}$

Para  $I_{cc} \text{ mín}$ :  $T_p \text{ CC mín} < T_{\text{cable CC mín}}$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

$I_{cu}$  = Intensidad de corte último del dispositivo.

$I_{cs}$  = Intensidad de corte en servicio. Se recomienda que supere la  $I_{cc}$  en protecciones instaladas en acometida del circuito.

$T_p$  = Tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito.

$T_{\text{Cable}}$  = Valor de tiempo admisible para los aislamientos del cable a la intensidad de cortocircuito.

El resultado de los cálculos de las protecciones de sobrecarga y cortocircuito de la instalación se resumen en las tablas de cálculo correspondiente.

Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

AMPLIACIÓN CENTRO EDUCATIVO WILLIAM SHAKESPEARE

CIRCUITOS	POTENCIA (W.)	POT. CÁL. (W.)	TENSIÓN U (V.)	LONGITUD (m)	FACT.POT. Cosφ	F. SIMULT.	I (A.)	I MÁX (A.)	R (Ω) LÍNEA	ICC (A)	CDT (V.)	% CDT	% CDT ACUM	SECCIÓN CONDUCTOR
LGA	110.720	110.720	400	50	1,00	1,00	160,00	160,00	0,02	15945,78	0,99	0,25	0,25	RZ1-K 0,6/1KV 4X ## + TT
Cuadro Secundario Ampliación Planta Baja	11.336	11.336	400	105	0,90	0,8	14,6	25	0,22	1425,87	2,66	0,66	0,91	RZ1-K 0,6/1KV 4X 16 + TT
Cuadro Secundario Ampliación Planta Primera	14.157	14.157	400	110	0,90	0,8	18,2	25	0,16	2037,13	2,22	0,56	0,80	RZ1-K 0,6/1KV 4X 25 + TT
Cuadro Secundario Gimnasio	22.166	22.166	400	125	0,90	0,8	28,5	25	0,41	781,79	9,90	2,47	2,72	RZ1-K 0,6/1KV 4X 10 + TT
Cuadro Secundario Ampliación C. Calderas	1.350	1.350	400	125	0,90	1,0	2,2	25	0,99	322,19	1,88	0,47	0,72	RZ1-K 0,6/1KV 4X 4 + TT
Cuadro Secundario Solar Térmico	1.350	1.350	400	125	0,90	1,0	2,2	25	0,99	322,19	1,88	0,47	0,72	RZ1-K 0,6/1KV 4X 4 + TT
Cuadro Secundario Ampliación Planta Baja	1.082	1.082	230	105	0,90	1,0	5,2	25	0,65	283,05	2,94	1,28	1,53	RZ1-K 0,6/1KV 2X 6 + TT
Cuadro Secundario Ampliación Planta Primera	1.140	1.140	230	110	0,90	1,0	5,5	25	0,68	270,56	3,25	1,41	1,66	RZ1-K 0,6/1KV 2X 6 + TT
Cuadro Secundario Gimnasio	2.314	2.314	400	125	0,90	1,0	3,7	25	0,99	322,19	3,23	0,81	1,05	RZ1-K 0,6/1KV 4X 4 + TT

Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

CUADRO SECUNDARIO AMPLIACIÓN PLANTA BAJA

CIRCUITOS	POTENCIA (W.)	POT. CÁL. (W.)	TENSIÓN U (V.)	LONGITUD (m)	FACT.POT. Cosφ	F. SIMULT.	I (A.)	I MÁX (A.)	R (Ω) LÍNEA	ICC (A)	CDT (V.)	% CDT	% CDT ACUM	SECCIÓN CONDUCTOR
CABECERA	9.336	9.336	400	105	0,90	0,80	11,99	25,00	0,22	1425,87	2,19	0,55	0,79	RZ1-K 0,6/1KV 4X 16 + TT
CABECERA GRUPO	1.082	1.082	230	105	0,90	1,00	5,23	25,00	0,65	283,05	2,94	1,28	1,53	RZ1-K 0,6/1KV 2X 6 + TT
Alumbrado A-01	753	1.355	230	31	0,90	1,0	6,5	10	0,98	188,64	4,39	1,91	2,70	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado A-04	753	1.431	230	31	0,90	1,0	6,9	10	0,98	188,64	4,63	2,01	2,81	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado A-07	260	468	230	32	0,90	1,0	2,3	10	0,98	187,35	1,53	0,66	1,46	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado de emergencia Ae-01	72	130	230	29	0,90	1,0	0,6	10	0,91	201,70	0,38	0,17	0,96	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado A-02	753	1.355	230	29	0,90	1,0	6,5	10	0,92	200,48	4,05	1,76	2,56	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado A-05	753	1.431	230	29	0,90	1,0	6,9	10	0,92	200,48	4,28	1,86	2,65	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado A-08	180	324	230	31	0,90	1,0	1,6	10	0,96	190,90	1,03	0,45	1,24	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado de emergencia Ae-02	72	130	230	35	0,90	1,0	0,6	10	1,06	173,76	0,47	0,20	1,00	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado Aext-01	364	655	230	60	0,90	1,0	3,2	10	0,76	241,27	1,52	0,66	1,46	RZ1-K 0,6/1KV 2X 4 + TT
Alumbrado Aext-02	112	202	230	36	0,90	1,0	1,0	10	0,55	336,83	0,28	0,12	0,92	RZ1-K 0,6/1KV 2X 4 + TT
Fuerza F-01	2.000	2.500	230	19	0,90	1,0	12,1	16	0,50	364,51	3,02	1,31	2,11	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Fuerza F-02	2.250	2.813	230	27	0,90	1,0	13,6	16	0,61	299,42	4,73	2,06	2,85	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Recuperador V-1	507	634	230	6	0,90	1,0	3,1	16	0,08	2222,22	0,23	0,10	0,10	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Recuperador V-2	507	634	230	29	0,90	1,0	3,1	16	0,42	433,59	1,16	0,50	0,50	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Alumbrado A-03	456	866	230	26	0,90	1,0	4,2	10	0,86	213,91	2,38	1,03	2,56	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado A-06	456	821	230	26	0,90	1,0	4,0	10	0,86	213,91	2,25	0,98	2,50	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado A-09	170	323	230	37	0,90	1,0	1,6	10	1,10	166,70	1,23	0,53	2,06	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT

DIFERENCIALES	POTENCIA (W.)	POT. CÁL. (W.)	TENSIÓN U (V.)	FACT.POT. Cosφ	F. SIMULT.	I (A)	I MÁX (A.)	MAG. AGRUP.(A)
D-1 (A-01, A-04, A-07, Ae-01)	1.838	1.838	230	0,90	1	8,9	25	20
D-2 (A-02, A-05, A-08, Ae-02)	1.758	1.758	230	0,90	1	8,5	25	20
D-3 (Aext-01, Aext-02)	476	476	230	0,90	1	2,3	25	20
D-4 (F-01, F-02, F-03)	2.250	2.250	400	0,90	1	3,6	25	20
D-5 (V-1,V-2)	1.014	1.014	400	0,90	1	1,6	25	20
D-6 (A-03, A-06, A-09)	1.082	1.082	230	0,90	1	5,2	25	20

Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

CUADRO SECUNDARIO AMPLIACIÓN PLANTA PRIMERA

CIRCUITOS	POTENCIA (W.)	POT. CÁL. (W.)	TENSIÓN U (V.)	LONGITUD (m)	FACT.POT. Cosφ	F. SIMULT.	I (A.)	I MÁX (A.)	R (Ω) LÍNEA	ICC (A)	CDT (V.)	% CDT	% CDT ACUM	SECCIÓN CONDUCTOR
<b>CABECERA</b>	<b>10.157</b>	<b>10.157</b>	<b>400</b>	<b>110</b>	<b>0,90</b>	<b>0,80</b>	<b>13,05</b>	<b>25,00</b>	<b>0,16</b>	<b>2037,13</b>	<b>1,60</b>	<b>0,40</b>	<b>0,65</b>	<b>RZ1-K 0,6/1KV 4X 25 + TT</b>
<b>CABECERA GRUPO</b>	<b>1.140</b>	<b>1.140</b>	<b>230</b>	<b>110</b>	<b>0,90</b>	<b>1,00</b>	<b>5,51</b>	<b>25,00</b>	<b>0,68</b>	<b>270,56</b>	<b>3,25</b>	<b>1,41</b>	<b>1,66</b>	<b>RZ1-K 0,6/1KV 2X 6 + TT</b>
Alumbrado A-10	825	1.485	230	55	0,90	1,0	7,2	10	1,01	181,46	5,06	2,20	2,84	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Alumbrado A-13	900	1.620	230	43	0,90	1,0	7,8	10	0,85	217,33	4,35	1,89	2,54	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Alumbrado A-16	468	842	230	31	0,90	1,0	4,1	10	0,98	188,23	2,74	1,19	1,84	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado A-17	144	259	230	27	0,90	1,0	1,3	10	0,87	211,26	0,72	0,31	0,96	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado de emergencia Ae-03	72	130	230	29	0,90	1,0	0,6	10	0,92	200,01	0,39	0,17	0,82	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado A-11	825	1.485	230	37	0,90	1,0	7,2	10	0,75	243,78	3,40	1,48	2,12	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Alumbrado A-14	900	1.710	230	22	0,90	1,0	8,3	10	0,74	247,62	3,83	1,66	2,31	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado A-18	180	342	230	29	0,90	1,0	1,7	10	0,93	198,15	1,04	0,45	1,10	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado de emergencia Ae-04	72	130	230	38	0,90	1,0	0,6	10	1,14	161,47	0,51	0,22	0,87	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Fuerza F-03	2.000	2.500	230	20	0,90	1,0	12,1	16	0,51	361,11	3,07	1,34	1,98	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Fuerza F-04	2.250	2.813	230	27	0,90	1,0	13,6	16	0,62	297,19	4,79	2,08	2,73	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Recuperador V-3	507	634	230	5	0,90	1,0	3,1	16	0,07	2640,04	0,19	0,08	0,08	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Recuperador V-4	507	634	230	29	0,90	1,0	3,1	16	0,42	440,01	1,14	0,50	0,50	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Recuperador V-5	507	634	230	32	0,90	1,0	3,1	16	0,46	404,23	1,24	0,54	0,54	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Alumbrado A-12	456	821	230	34	0,90	1,0	4,0	10	1,05	175,11	2,93	1,27	2,93	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado A-15	504	958	230	19	0,90	1,0	4,6	10	0,69	268,43	1,90	0,83	2,49	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado A-19	180	324	230	31	0,90	1,0	1,6	10	0,97	189,34	1,04	0,45	2,11	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT

135

DIFERENCIALES	POTENCIA (W.)	POT. CÁL. (W.)	TENSIÓN U (V.)	FACT.POT. Cosφ	F. SIMULT.	I (A)	I MÁX (A.)	MAG. AGRUP.(A)
D-1 (A-10, A-13, A-16, A-17, Ae-03)	2.409	2.409	230	0,90	1	11,6	25	20
D-2 (A-11, A-14, A-18, Ae-04)	1.977	1.977	230	0,90	1	9,6	25	20
D-3 (F-04, F-05, F-06, F-07)	4.250	4.250	400	0,90	1	6,8	25	20
D-4 (V-3,V-4,V-5)	1.521	1.521	400	0,90	1	2,4	25	20
D-5 (A-12, A-15, A-19)	1.140	1.140	230	0,90	1	5,5	25	20

Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

---



Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

CUADRO SECUNDARIO AMPLIACIÓN GIMNASIO

CIRCUITOS	POTENCIA (W.)	POT. CÁL. (W.)	TENSIÓN U (V.)	LONGITUD (m)	FACT.POT. Cosφ	F. SIMULT.	I (A.)	I MÁX (A.)	R (Ω) LÍNEA	ICC (A)	CDT (V.)	% CDT	% CDT ACUM	SECCIÓN CONDUCTOR
CABECERA	21.749	21.749	400	125	0,90	0,80	27,94	32,00	0,26	1215,12	6,07	1,52	1,76	RZ1-K 0,6/1KV 4X 16 + TT
CABECERA GRUPO	2.728	2.728	400	125	0,90	1,00	4,38	25,00	0,99	322,19	3,81	0,95	1,20	RZ1-K 0,6/1KV 4X 4 + TT
Alumbrado AG-01	1.200	2.160	230	34	0,90	1,0	10,4	16	0,53	347,84	2,84	1,23	3,00	RZ1-K 0,6/1KV 2X 4 + TT
Alumbrado AG-04	1.200	2.160	230	34	0,90	1,0	10,4	16	0,53	346,89	2,85	1,24	3,00	RZ1-K 0,6/1KV 2X 4 + TT
Alumbrado AG-08	328	590	230	13	0,90	1,0	2,9	10	0,55	336,39	0,82	0,36	2,12	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado de emergencia AeG-05	60	114	230	40	0,90	1,0	0,6	10	1,19	155,13	0,47	0,21	1,97	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado de emergencia AeG-06	48	91	230	13	0,90	1,0	0,4	10	0,54	339,67	0,12	0,05	1,82	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado AG-03	1.200	2.160	230	34	0,90	1,0	10,4	16	0,53	346,89	2,85	1,24	3,00	RZ1-K 0,6/1KV 2X 4 + TT
Alumbrado AG-06	359	646	230	16	0,90	1,0	3,1	10	0,62	298,53	1,09	0,47	2,24	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Alumbrado de emergencia AeG-07	48	91	230	14	0,90	1,0	0,4	10	0,57	322,12	0,14	0,06	1,82	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Fuerza FG-01	1.500	1.875	230	19	0,90	1,0	9,1	16	0,50	364,51	2,27	0,99	2,75	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Fuerza FG-02	750	938	230	27	0,90	1,0	4,5	16	0,61	299,42	1,58	0,69	2,45	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Fuerza FG-03	1.750	2.188	230	35	0,90	1,0	10,6	16	0,72	254,11	4,71	2,05	3,81	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Recuperador V-1	989	1.236	230	11	0,90	1,0	6,0	16	1,02	180,64	0,84	0,37	2,13	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Extractor E-1	46	58	230	18	0,90	1,0	0,3	16	1,12	164,38	0,06	0,03	1,79	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Fuerza Canastas 1	736	919	230	36	0,90	1,0	4,4	16	1,38	133,47	2,06	0,89	2,66	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Fuerza Canastas 2	736	919	230	29	0,90	1,0	4,4	16	1,28	144,00	1,66	0,72	2,48	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Motor Ventana 1	750	938	230	13	0,90	1,0	4,5	16	1,05	174,98	0,77	0,34	2,10	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Motor Ventana 2	750	938	230	23	0,90	1,0	4,5	16	1,20	153,53	1,37	0,59	2,36	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Motor Ventana 3	750	938	230	28	0,90	1,0	4,5	16	1,26	145,76	1,63	0,71	2,47	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Motor Ventana 4	750	938	230	29	0,90	1,0	4,5	16	1,28	144,16	1,68	0,73	2,50	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Motor Ventana 5	750	938	230	34	0,90	1,0	4,5	16	1,35	136,57	1,97	0,86	2,62	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Motor Ventana 6	750	938	230	33	0,90	1,0	4,5	16	1,33	138,41	1,90	0,82	2,59	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Motor Ventana 7	750	938	230	28	0,90	1,0	4,5	16	1,27	145,41	1,64	0,71	2,48	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Motor Ventana 8	750	938	230	18	0,90	1,0	4,5	16	1,12	164,50	1,04	0,45	2,22	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Secamanos 1	2.400	3.000	400	8	0,90	1,0	4,8	16	0,96	331,84	0,45	0,11	1,88	RZ1-K 0,6/1KV 4X 3 + TT
Secamanos 2	2.400	3.000	400	9	0,90	1,0	4,8	16	0,97	331,20	0,46	0,11	1,88	RZ1-K 0,6/1KV 4X 3 + TT
Aeroterms	480	600	400	36	0,90	1,0	1,0	16	1,31	244,54	0,39	0,10	1,86	RZ1-K 0,6/1KV 4X 3 + TT
Alumbrado AG-02	1.200	2.160	230	34	0,90	1,0	10,4	16	0,53	346,89	2,85	1,24	2,44	RZ1-K 0,6/1KV 2X 4 + TT
Alumbrado AG-05	1.200	2.160	230	34	0,90	1,0	10,4	16	0,53	346,89	2,85	1,24	2,44	RZ1-K 0,6/1KV 2X 4 + TT
Alumbrado AG-07	328	590	230	9	0,90	1,0	2,9	10	0,45	410,40	0,57	0,25	1,45	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT

DIFERENCIALES	POTENCIA (W.)	POT. CÁL. (W.)	TENSIÓN U (V.)	FACT.POT. Cosφ	F. SIMULT.	I (A)	I MÁX (A.)	MAG. AGRUP.(A)
D-1 (AG-01, AG-04, AG-08, AeG-05, AeG-06)	2.836	2.836	230	0,90	1	13,7	25	20
D-2 (AG-03, AG-06, AeG-07)	1.607	1.607	230	0,90	1	7,8	25	20
D-3 (FG-01, FG-02, FG-03)	4.000	4.000	400	0,90	1	6,4	25	20
D-4 (V-1, E-1)	1.035	1.035	230	0,90	1	5,0	25	20
D-5 (C-1, C-2, M-1, M-2, M-3)	3.721	3.721	230	0,90	1	18,0	25	20
D-6 (M-4, M-5, M-6, M-7, M-8)	3.750	3.750	230	0,90	1	18,1	25	20
D-7 (S1, S2)	4.800	4.800	400	0,90	1	7,7	25	20
D-8 (AG-02, AG-05, AG-07)	2.728	2.728	230	0,90	1	13,2	25	20

Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

**CUADRO SECUNDARIA CUARTO DE CALDERAS (RED)**

CIRCUITOS	POTENCIA (W.)	POT. CAL. (W.)	TENSIÓN U (V.)	LONGITUD (m)	FACT.POT. Cosφ	F. SIMULT.	I (A.)	I MÁX (A.)	R (Ω) LÍNEA	ICC (A)	CDT (V.)	% CDT	% CDT ACUM	SECCIÓN CONDUCTOR
<b>CABECERA</b>	<b>1.350</b>	<b>1.350</b>	<b>400</b>	<b>125</b>	<b>0,90</b>	<b>1,00</b>	<b>2,17</b>	<b>16,00</b>	<b>0,99</b>	<b>322,19</b>	<b>1,88</b>	<b>0,47</b>	<b>0,72</b>	<b>RZ1-K 0,6/1KV 4X 4 + TT</b>
Centralita	250	313	230	54	0,90	1,0	1,5	16	1,00	183,63	1,05	0,46	0,46	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Quemador Caldera	500	625	230	55	0,90	1,0	3,0	16	1,02	181,03	2,14	0,93	0,93	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Bomba 1	100	125	230	32	0,90	1,0	0,6	16	0,68	271,38	0,24	0,11	0,11	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Bomba 2	100	125	230	54	0,90	1,0	0,6	16	0,99	184,96	0,42	0,18	0,18	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Bomba 3	100	125	230	32	0,90	1,0	0,6	16	0,68	271,38	0,24	0,11	0,11	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Bomba 4	100	125	230	54	0,90	1,0	0,6	16	0,99	184,96	0,42	0,18	0,18	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Bombas 5	100	125	230	44	0,90	1,0	0,6	16	0,86	214,45	0,34	0,15	0,15	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Bombas 6	100	125	230	41	0,90	1,0	0,6	16	0,81	227,83	0,31	0,14	0,14	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT

DIFERENCIALES	POTENCIA (W.)	POT. CAL. (W.)	TENSIÓN U (V.)	FACT.POT. Cosφ	F. SIMULT.	I (A)	I MÁX (A.)	MAG. AGRUP.(A)
D-1	1.350	1.350	400	0,90	1	2,2	25	

Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

CUADRO SECUNDARIA TIC

CIRCUITOS	POTENCIA (W.)	POT. CÁL. (W.)	TENSIÓN U (V.)	LONGITUD (m)	FACT.POT. Cosφ	F. SIMULT.	I (A.)	I MÁX (A.)	R (Ω) LÍNEA	ICC (A)	CDT (V.)	% CDT	% CDT ACUM	SECCIÓN CONDUCTOR
<b>CABECERA</b>	<b>10.452</b>	<b>10.452</b>	<b>400</b>	<b>125</b>	<b>0,90</b>	<b>1,00</b>	<b>16,78</b>	<b>32,00</b>	<b>0,41</b>	<b>781,79</b>	<b>5,83</b>	<b>1,46</b>	<b>1,71</b>	<b>RZ1-K 0,6/1KV 4X 10 + TT</b>
2 U.V. en RTIC	200	250	230	5	0,90	1,0	1,2	16	0,30	620,73	0,08	0,03	0,03	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Iluminación RTIC	44	55	230	5	0,90	1,0	0,3	10	0,34	534,22	0,03	0,01	0,01	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Emergencia RTIC	8	10	230	5	0,90	1,0	0,0	10	0,34	534,22	0,01	0,00	0,00	RZ1-K 0,6/1KV 2X 2 + TT
Ventilación Rack	200	250	230	5	0,90	1,0	1,2	16	0,30	620,73	0,08	0,03	0,03	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Rack Regleta	2.000	2.500	230	5	0,90	1,0	12,1	16	0,30	620,73	0,78	0,34	0,34	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Usuarios TF-01	1.500	1.875	230	41	0,90	1,0	9,1	16	0,81	225,82	4,77	2,08	2,08	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Usuarios TF-02	1.500	1.875	230	35	0,90	1,0	9,1	16	0,73	252,60	4,08	1,77	1,77	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Reserva		0	230	25	0,90	1,0	0,0	16	0,58	314,84	0,00	0,00	0,00	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Usuarios TF-03	2.000	2.500	230	25	0,90	1,0	12,1	16	0,58	314,84	3,88	1,69	1,69	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Usuarios TF-04	2.000	2.500	230	35	0,90	1,0	12,1	16	0,73	252,60	5,43	2,36	2,36	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Reserva		0	230	25	0,90	1,0	0,0	16	0,58	314,84	0,00	0,00	0,00	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Usuarios TFG-01	1.000	1.250	230	45	0,90	1,0	6,0	16	0,87	210,91	3,49	1,52	1,52	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Reserva	0	0	230	57	0,90	1,0	0,0	16	1,05	176,04	0,00	0,00	0,00	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT
Reserva		0	230	46	0,90	1,0	0,0	16	0,89	207,48	0,00	0,00	0,00	RZ1-K 0,6/1KV 2X 3 + TT

DIFERENCIALES	POTENCIA (W.)	POT. CÁL. (W.)	TENSIÓN U (V.)	FACT.POT. Cosφ	F. SIMULT.	I (A)	I MÁX (A.)	MAG. AGRUP.(A)
D-1	252	252	230	0,90	1	1,2	25	20
D-2	200	200	230	0,90	1	1,0	16	16
D-3	2.000	2.000	230	0,90	1	9,7	16	16
D-4	3.500	3.500	230	0,90	1	16,9	40	32
D-5	3.600	3.600	230	0,90	1	17,4	40	

---

#### **4.- INSTALACIONES ESPECIALES. TELECOMUNICACIONES**

##### **4.1.- Descripción de la instalación**

El edificio existente dispone de un rack principal ICM una centralita de telefonía situada en un RTICp para dar servicio a los puestos de trabajo de la zona de infantil de primaria.

En esta fase se proyecta ampliar el número de puesto de trabajo conectados a la red, estando algunos de esos puestos a una distancia superior a 90m del rack principal, por lo que se prevee instalar un rack secundario que alimente los nuevos puestos.

##### **4.2.- Cuarto de Instalaciones de Telecomunicaciones y Rack Secundario**

El recinto secundario actuará como nodo secundario de comunicaciones.

Desde esta sala se realizará la distribución de servicios de voz y datos a la ampliación mediante bandeja de las dimensiones necesarias. Las bandejas dispondrán de tabique de separación eléctrico/datos o tubos.

Las dimensiones del RTIC secundario será de 4m<sup>2</sup> según se indica en los planos con una pared frontal de 1,5m. En el RTICs se dispondrán de los siguientes equipos:

- Rack secundario
- Cuadro de Mando y Protección de rtic
- 1 puesto de usuario con 2 tomas de comunicaciones y dos tomas de 16 A.
- Bandeja portacables perimetral

La distribución de los equipos dentro del RTIC será objeto de la empresa instaladora de telecomunicaciones, cumpliendo la normativa vigente. Por tanto previamente a la distribución de las líneas eléctricas u otras canalizaciones para los equipos, cuadro de mando, unidad de ventilación, etc. será la empresa de telecomunicaciones la que tendrá que efectuar el plano de distribución definitivo, teniendo en cuenta asimismo las posibles futuras ampliaciones.

El RTIC se equipará con una bandeja porta cables perimetral dotada de tabiques separadores de la capacidad necesaria (más un 40% de espacio de reserva) para la canalización e interconexión de los distintos armarios de la sala. La canalización será mediante bandeja metálica de rejilla que discurrirá suspendida junto al techo y estará conectada al punto de puesta a tierra situado dentro del cuarto.

La puerta que dará acceso al cuarto principal será de fácil accesibilidad desde las zonas comunes o del exterior. Ésta será metálica, con cerradura mediante llave. El ancho mínimo será de 90cm. En el caso de que el espacio entre la puerta y el suelo sea superior a 1,5 cm, dispondrá de un burlete para evitar la entrada de polvo y la salida de aire climatizado.

El armario repartidor principal o rack será de al menos 19" de columna de 24U de altura, de dimensiones 800 x 800 mm (ancho x fondo) (de pie) y debe disponer de los siguientes elementos, en el orden que os indico a continuación, ordenados de arriba abajo:

- 1 Ud. ventilación con termostato.
- 1 Ud. Panel de FO con mínimo 12 conectores LC-LC dúplex.
- 1 Ud. pasahilos de cepillo.
- 1 Ud. Panel voz de 25 puertos categoría 3
- 1 Ud. Pasahilos de cepillo.
- 2 Ud. Panel de parcheo de 24 puertos categoría 6 (del mismo fabricante que el cableado UTP recomendado Belden o equivalente).
- 1 Ud. Pasahilos de cepillo.
- 1 Ud. Panel de parcheo de 24 puertos categoría 6 (del mismo fabricante que el cableado UTP recomendado Belden o equivalente).
- 1 Ud. Pasahilos de cepillo.
- 1 Ud. Libre para futuro crecimiento vegetativo.
- 1 Ud. Libre para instalar la electrónica de red.
- 1 Ud. Pasahilos de cepillo.
- 1 Ud. Libre para instalar la electrónica de red.
- 1 Ud. Pasahilos de cepillo.
- 1 Ud. libre para futuro crecimiento vegetativo.
- 2 Ud. Libres.
- 1 Ud. bandeja enracable.

totalmente desmontable para que permita la opción de su instalación en zonas de difícil acceso, fabricado bajo norma UNE 20593 (IEC 60297).

El armario dispondrá de ventilación en el techo, en las aristas frontal y trasera, con tapa superior para acoplar la unidad de ventilación, así como paneles laterales con rejilla de ventilación superior.

La puerta frontal será de doble hoja con cristal de seguridad tintado y con cerradura. La puerta trasera será ciega y igualmente de doble hoja.

El rack se conectará a la toma de tierra del RTIC. Además el rack alojará los paneles de cableado necesarios.

#### **4.3.- Canalización interior**

La red interior del centro se puede descomponer en: Red de interconexión con el rack existente y Red de distribución interior hacia toma final de usuario.

Red de interconexión: Partirá desde el Rack principal situado en recinto RTIC hasta los armarios existentes en el edificio.

La canalización se realizará a través del falso techo según se indica en los planos mediante tubo protector de diámetro 63mm. La conexión se realizará mediante un cable de 6 fibras OM3 y una manguera de 25 pares.

Red de distribución interior hacia toma final de usuario: Parte del Repartidor de Voz y Datos, y consta de tantos cables UTP 4 pares como tomas finales de Voz y de Datos existen. Todo el material (paneles, latiguillos, conectores, rosetas RJ 45 y cable) así como su instalación deberá cumplir con los requerimientos mínimos exigidos por la normativa ICM.

Estos cables finalizan directamente (< 90 m) en las rosetas finales (dobles y simples) de las distintas dependencias.

La canalización se realizará a través del falso techo según se indica en los planos, mediante un camino organizado y localizado, con facilidad de mantenimiento protección y sustento, discurriendo siempre por el interior del edificio.

El recorrido de las bandejas metálicas tipo rejiband o equivalente y de los tubos se ha realizado minimizando la longitud de cable y respetando la distribución del falso techo.

Se mantendrá una separación entre las líneas eléctricas y las canalizaciones horizontales y verticales de 20 centímetros. En los casos en los que no pueda asegurarse esta separación de deberá dotar a la instalación de un apantallamiento de protección.

La canalización debe estar sellada al atravesar muros cortafuegos de modo que se evite la propagación del incendio.

La red de distribución interior hacia cada toma final de usuario de tantos cables UTP 4 pares como tomas finales de Voz y de Datos existen. Todo el material (paneles, latiguillos, conectores, rosetas RJ 45 y cable) así como su instalación deberá cumplir con los requerimientos mínimos exigidos por la normativa MADRID DIGITAL.

Estos cables finalizan directamente (< 90 m) en las rosetas finales (dobles y simples) de las distintas dependencias.

El trayecto discurre por falso techo, mediante bandeja metálica perforada, de sección adecuada al cableado portado. Los cables irán alojados en distintos sistemas de canalización en su trayecto como son:

Bandeja metálica rejiband (200 x 60 mm)

Tubo PVC de dimensiones d= 25 mm.

#### **4.4.- Tomas de acceso**

En el edificio se instalarán distintos puestos de trabajo según se indican en los planos de proyecto, conectados con el rack secundario.

---

Los puestos de trabajo estarán dotados de dos tomas de fuerza y dos tomas de voz y datos RJ45. Serán modulares y compuestas por conectores RJ45 (8 posiciones /8 contactos) con conexión por desplazamiento de aislante. Los pines y grupos de pares del conector RJ45 deberán cumplir la norma EN 50173-1, capítulo 8.2, realizándose el conexionado según el modelo de la asignación de pares T568B y siendo el montaje físico en los soportes por acoplamiento a presión tipo Keystone.

Las cajas de puesto de usuario incorporarán dos tomas de corriente tipo schuko. La composición de las cajas se distribuirá quedando los módulos de las tomas de corriente a la izquierda y el módulo de voz/datos a la derecha.

Finalmente se situarán dos tomas de comunicaciones en el falso techo de cada uno de los pasillos destinadas para futuras AP's.

El cableado a los puestos de trabajo proyectado será UTP de 4 pares y categoría 6.

#### **4.5.- Requisitos de la instalación**

Todos los componentes de la instalación deberán estar etiquetados e identificados según la norma MADRID DIGITAL, quedando todos los paneles de conexión y tomas de telecomunicaciones identificados y etiquetados. Las etiquetas deben ser resistentes y permanecer legibles durante toda la vida útil del cableado.

El sistema de etiquetado y los materiales a empelar deberán ser aprobados por los responsables técnicos de MADRID DIGITAL, no admitiéndose etiquetado con rotulador ni el etiquetado de los cables dentro del mazo.

El sistema de etiquetado a emplear debe ser mediante etiquetas BRADY o similar, con impresión en varias filas en función de su aplicación a cada uno de los elementos de la red, siendo lógico y claro.

El etiquetado de los elementos deberá coincidir con la nomenclatura indicada en los planos as-built que forme parte del proyecto as-built. Tanto el proyecto as-built debe cumplir la norma MADRID DIGITAL.

Los elementos que estarán etiquetados como mínimo serán:

- Armarios de distribución
- Paneles de fibra y cobre
- Latigillos de Parcheo
- Centralita telefónica (PBX)
- Routers y conmutadores
- Puntos de acceso wifi
- Cableado de fibra y cobre
- Cuadros eléctricos

- Cajas eléctricas y tomas de telecomunicaciones

Se deberá aportar un certificado de cualificación del cableado empleado, del fabricante de la instrumentación de medida o de un centro de formación de reconocido prestigio que imparta los cursos de formación y esté cualificado para expedir el correspondiente certificado por parte del personal que realice la instalación y las pruebas del sistema de cableado estructurado.

Las pruebas serán llevadas a cabo por técnicos que hayan asistido a un programa de entrenamiento y dispongan del certificado FLUKE o similar bajo la norma ISO 11801 Clase E (categoría 6) en Permanent Link para ejecutar las pruebas que específicamente se requieren, de acuerdo con la tecnología del sistema implantado.

Tras la completa instalación del sistema y la correspondiente inspección, el contratista proporcionará a Madrid Digital un certificado de garantía numerado de la empresa fabricante, registrando la instalación que se ha ejecutado. Para ello, el instalador seguirá el procedimiento de solicitud del certificado de garantía que tenga establecido el fabricante, rellenando los formularios que procedan y adjuntando los resultados de las medidas finales, en el plazo que se tenga fijado desde la realización de las pruebas.

Se proveerá una garantía extendida sobre producto, que cubrirán contra defectos de los componentes pasivos, aplicaciones y CEM para el sistema de cableado por un periodo mínimo de 25 años. Esta garantía se aplicará a todos los componentes pasivos del sistema de cableado estructurado, según especificaciones de la norma Madrid Digital.

La garantía cubrirá contra defectos del producto y asegurará que todos los componentes aprobados del sistema superan las especificaciones establecidas en las normas para canales/enlaces de cableado y que la instalación supera los requisitos de ancho de banda y pérdidas para canales/enlaces de fibra óptica.

La instalación quedará registrada en el Programa de Garantías del fabricante.

## **5.- INSTALACIONES DE FONTANERÍA**

### **5.1.- Descripción de la Instalación**

#### ***Ejecución y elementos de la Instalación***

La ejecución será llevada a cabo por un instalador autorizado por la Delegación Provincial del Ministerio de Industria.

El edificio existente dispone de una acometida de agua de la red de la compañía suministradora, así como su correspondiente armario contador general de AFS.

Para la ampliación se va a colocar otro contador que se conectará a la red general de abastecimiento debido a la gran distancia que existe y la obra necesaria de adaptación del contador existente. El nuevo contador (DN 40) se situará cerca del gimnasio por la calle Mar Cantábrico.



---

La instalación interior se realizará en tuberías de polipropileno apto para uso en instalaciones de carácter alimentario.

### ***Materiales de la Instalación***

Tuberías de polipropileno de uso alimentario en toda la instalación conforme a la norma UNE EN ISO 15874. Las uniones se podrán realizar por electro-soldadura o por medio termofusión.

Las conducciones serán calorifugadas exteriormente mediante coquilla elastomérica de alta densidad tipo “Armaflex” o similar en su trazado aéreo, y mediante tubo corrugado siguiendo el código de colores habitual, para su trazado vertical hasta su llegada a los puntos de consumo. Estos tramos irán correctamente embebidos en rozas. Este aislamiento se realizará con objeto de minimizar las pérdidas de temperatura, evitar posibles congelaciones y eliminar condensaciones superficiales. Los materiales a utilizar deberán cumplir los requisitos indicados en la norma UNE 100 171.

### ***Fijación y trazado de la Instalación***

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

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.

### *Instalación y sistema de filtro*

Se colocará un filtro al principio de la instalación, para evitar el posible paso de sólidos en suspensión.

El filtro deberá instalarse antes del primer llenado de la instalación. En este caso al tratarse de una ampliación, se instalará en el punto de transición, para evitar la transferencia de materias sólidas de los tramos de conducción existentes.

Para no tener que interrumpir el abastecimiento de agua durante los trabajos de mantenimiento se realizará un by-pass, tal y como se indica en planos.

### *Elementos en distribuciones*

En los ramales principales de distribución interior se instalarán llaves de corte en el interior de los núcleos húmedos de modo que deje sin servicio exclusivamente el núcleo que padezca una posible avería, sin necesidad de dejar sin servicio el resto de núcleos. A partir de la llave de corte, se realizará la distribución a los distintos puntos de consumo.

Las tuberías estarán señalizadas con los colores normalizados, según normas DIN, coincidiendo siempre en los puntos de registro, junto a válvulas o elementos de regulación.

La conexión a aparatos sanitarios se realizará independientemente por cada aparato, en sentido vertical y se conexionará mediante latiguillos flexibles, intercalando entre éstos y la grifería y la llave de corte.

Los lavabos del comedor estarán dotados de grifos con pulsador temporizados, alimentados con agua premezclada por la instalación mediante la colocación válvulas termostáticas, además es recomendable la instalación de aireadores. Los grifos instalados en aseos serán de tipo monomando. Los inodoros serán de cisterna de doble descarga. Cada aparato tendrá su llave de corte.

### *Tratamiento Antilegionela.*

Las instalaciones de producción de ACS con acumulación y recirculación son instalaciones del grupo 1; es decir, de mayor riesgo, por tanto nuestro proyecto se encuentra englobado dentro de este grupo y las condiciones de diseño cumplen:

- El agua se acumula a una temperatura de al menos 60 °C.
- Mediante el sistema de retorno de agua caliente sanitaria se aseguran los 50 °C en los puntos más alejados.
- La instalación permite que el agua alcance los 70 °C mediante la producción de ACS procedente de la caldera.

- 
- El agua caliente procedente de la acumulador de la instalación de solar térmica pasa por el acumulador de ACS antes de su distribución a los diferentes puntos de consumo, de forma que se cumple que: *“Cuando se utilice un sistema de aprovechamiento térmico en el que se disponga de un acumulador conteniendo agua que va a ser consumida y en el que no se asegure de forma continua una temperatura próxima a 60 °C, se garantizará posteriormente que se alcance una temperatura de 60 °C en otro acumulador final antes de su distribución hacia el consumo”*.
  - Para mantener la temperatura del agua fría lo más baja posible procurando, donde las condiciones climáticas lo permitan, una temperatura inferior a los 20 °C., toda la instalación de distribución de AF se ha aislado térmicamente.
  - El agua de aporte dispone de sistemas de filtración según la norma UNE-EN 13.443 parte 1, filtros mecánicos de partículas, de dimensiones comprendidas entre 80µm y 150µm.
  - Toda la instalación es registrable, por lo que se facilita la accesibilidad a los equipos para su inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras.
  - La instalación dispone de un sistema de válvulas de retención según la norma UNE-EN 1.717, que evite retornos de agua por pérdida de presión o disminución del caudal suministrado y, en especial, cuando sea necesario, para evitar mezclas de agua de diferentes circuitos, calidades o usos.

Por otra parte, en el RD 865/2003 se especifica que cuando se disponga de una instalación de recuperación de calor, entre las que clasifica las de energía solar térmica, el agua antes de ser enviada a consumo experimentará un calentamiento con una temperatura mínima de 60 °C, esto se llevará a efecto en el depósito calentado por calderas; además el diseño se realizará de modo que con la periodicidad que se determine los depósitos solares alcancen los 70 °C; para ello se pueden emplear las calderas.

### ***Puesta en servicio***

La empresa instaladora estará obligada a efectuar una prueba de resistencia mecánica y estanqueidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control.

Para iniciar la prueba se llenará de agua toda la instalación, manteniendo abiertos los grifos terminales hasta que se tenga la seguridad de que la purga ha sido completa y no queda aire. Entonces se cerrarán los grifos que han servido de purga y el de la fuente de alimentación. A continuación se aplicará la presión de prueba a la instalación. Para este caso, al tratarse de conducciones de cobre se realizarán las pruebas según se describe en la norma UNE 100 151. La prueba se efectuará a 20 Kg/cm<sup>2</sup>. Se dará por buena la instalación si durante este tiempo la lectura del manómetro ha permanecido constante.

Una vez realizada la prueba anterior, a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometiéndose nuevamente a la prueba anterior, esta vez a una presión más baja, ya que la grifería normalmente no resiste una presión superior a 12 Kg/cm<sup>2</sup>.

### **5.2.- Mantenimiento, conservación y pruebas de funcionamiento**

En caso de que la instalación no se ponga en servicio después de 4 semanas desde su terminación, o en caso de que esté fuera de servicio más de 6 meses, se cerrará su conexión y se procederá a su vaciado.

Las instalaciones de agua de consumo humano que hayan sido puestas fuera de servicio y vaciadas provisionalmente deben ser lavadas a fondo para la nueva puesta en servicio. Para ello se podrá seguir el procedimiento siguiente:

- Para el llenado de la instalación se abrirán al principio solo un poco las llaves de cierre, empezando por la llave de cierre principal. A continuación, para evitar golpes de ariete y daños, se purgarán de aire durante un tiempo las conducciones por apertura lenta de cada una de las llaves de toma, empezando por la más alejada o la situada más alta, hasta que no salga más aire. A continuación se abrirán totalmente las llaves de cierre y lavarán las conducciones.
- Una vez llenadas y lavadas las conducciones y con todas las llaves de toma cerradas, se comprobará la estanqueidad de la instalación por control visual de todas las conducciones accesibles, conexiones y dispositivos de consumo.

### **5.3.- Clasificación de los Suministros**

Teniendo en cuenta el apartado HS4 - 2.1.3 del Código Técnico de la edificación referente a las condiciones mínimas de suministro para los diversos puntos de consumo resultan las siguientes clases de suministro para el edificio:

EDIFICIO:

Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

AFS	Caudal real (l/s)	Caudal tot. (l/s)	Coef. Simul.	Velocidad (m/s)	Diámetro Cal. (mm)	Dia. Int .Comer. (mm)	Vel real (l/s)	Dia. Ext .Comer. (mm)
<b>ACOMETIDA</b>	5,20	1,82	0,35	3	27,8	26,6	3,28	40
<b>EDIFICIO</b>	5,20	1,82	0,35	2	34,0	33,2	2,10	50
<b>VEST PROFESOR</b>	0,40	0,40	1,00	2	16,0	16,6	1,85	20
1 Lavabo	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Ducha	0,20	0,20	1,00	2	11,3	13,2	1,46	20
1 Inodoro	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
<b>VESTUARIOS</b>	4,80	1,68	0,35	2	32,7	33,2	1,94	50
<b>VEST. FEMENINO</b>	2,40	0,91	0,38	2	24,1	21,2	2,58	40
<b>LAVABOS</b>	0,30	0,24	0,79	2	12,3	16,6	1,10	20
1 Lavabo	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Lavabo	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Lavabo	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
<b>INODOROS+DUCHAS</b>	2,10	0,84	0,40	2	23,1	26,6	1,51	32
<b>INODOROS</b>	0,40	0,27	0,68	2	13,2	16,6	1,26	20
1 Inodoro	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Inodoro	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Inodoro	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Inodoro	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
<b>DUCHAS</b>	1,70	0,80	0,47	2	22,6	21,2	2,26	32
1 Ducha	0,20	0,20	1,00	2	11,3	13,2	1,46	20
1 Ducha	0,20	0,20	1,00	2	11,3	13,2	1,46	20
1 Ducha	0,20	0,20	1,00	2	11,3	13,2	1,46	20
1 Ducha	0,20	0,20	1,00	2	11,3	13,2	1,46	20
1 Ducha	0,20	0,20	1,00	2	11,3	13,2	1,46	20
1 Ducha	0,20	0,20	1,00	2	11,3	13,2	1,46	20
1 Ducha	0,20	0,20	1,00	2	11,3	13,2	1,46	20
1 Lavabo	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Lavabo	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Lavabo	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
<b>VEST. MASCULINO</b>	2,40	0,91	0,38	2	24,1	26,6	1,64	40
<b>LAVABOS</b>	0,30	0,24	0,79	2	12,3	13,2	1,73	20
1 Lavabo	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Lavabo	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Lavabo	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
<b>INODOROS+DUCHAS</b>	2,10	0,84	0,40	2	23,1	26,6	1,51	32
<b>INODOROS</b>	0,40	0,27	0,68	2	13,2	13,2	1,99	20
1 Inodoro	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Inodoro	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Inodoro	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
<b>DUCHAS</b>	1,70	0,80	0,47	2	22,6	21,2	2,26	32
1 Ducha	0,20	0,20	1,00	2	11,3	13,2	1,46	20
1 Ducha	0,20	0,20	1,00	2	11,3	13,2	1,46	20
1 Ducha	0,20	0,20	1,00	2	11,3	13,2	1,46	20
1 Ducha	0,20	0,20	1,00	2	11,3	13,2	1,46	20
1 Ducha	0,20	0,20	1,00	2	11,3	13,2	1,46	20
1 Ducha	0,20	0,20	1,00	2	11,3	13,2	1,46	20
1 Ducha	0,20	0,20	1,00	2	11,3	13,2	1,46	20
1 Lavabo	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Lavabo	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Lavabo	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20

ACS	Caudal real (l/s)	Caudal tot. (l/s)	Coef. Simul.	Velocidad (m/s)	Diámetro Cal. (mm)	Dia. Int .Comer. (mm)	Vel real (l/s)	Dia. Ext .Comer. (mm)
ACS	1,96	0,76	0,39	2	22,0	21,2	2,16	32
VEST. PROFESOR	0,17	0,17	1,00	2	10,2	13,2	1,21	20
1 Lavabo	0,07	0,07	1,00	2	6,4	13,2	0,47	20
1 Ducha	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
VESTUARIOS	1,79	0,68	0,38	2	20,8	21,2	1,93	32
VEST. MASCULINO	0,90	0,42	0,47	2	16,4	16,6	1,94	25
1 Ducha	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Ducha	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Ducha	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Ducha	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Ducha	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Ducha	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Ducha	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Ducha	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Lavabo	0,07	0,07	1,00	2	6,4	13,2	0,47	20
1 Lavabo	0,07	0,07	1,00	2	6,4	13,2	0,47	20
1 Lavabo	0,07	0,07	1,00	2	6,4	13,2	0,47	20
VEST. FEMENINO	0,90	0,42	0,47	2	16,4	16,6	1,94	25
1 Ducha	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Ducha	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Ducha	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Ducha	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Ducha	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Ducha	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Ducha	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Ducha	0,10	0,10	1,00	2	8,0	13,2	0,73	20
1 Lavabo	0,07	0,07	1,00	2	6,4	13,2	0,47	20
1 Lavabo	0,07	0,07	1,00	2	6,4	13,2	0,47	20
1 Lavabo	0,07	0,07	1,00	2	6,4	13,2	0,47	20

Total demanda en el ene esta fase, edificio según aparatos instalados será 5,2 l/s.

El coeficiente de simultaneidad aplicado para el suministro de agua es el siguiente:

$$K = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

siendo:

K el coeficiente de simultaneidad

n el número de puntos de consumo

Para nuestra instalación a efectos de cálculo, se ha tenido en cuenta los puntos de consumo y el caudal de agua fría.

Tenemos un factor de simultaneidad de 0,35, teniendo en cuenta que nunca se aplicará un coeficiente menor de 0,2:

Caudal Simultáneo = Caudal total x K

El caudal simultáneo de nuestra instalación es de 1,82 l/s.

Teniendo en cuenta el apartado HS4 - 2.1.3 del Código Técnico de la edificación referente a las condiciones mínimas de suministro para los diversos puntos de consumo resultan las siguientes clases de suministro para el edificio:

El suministro de ACS se realizará mediante una instalación central con producción de agua caliente mediante paneles solares ,se proyecta la instalación de 1 interacumulador solar de 1000 litros de capacidad y 1 interacumulador para punta de ACS de otros 750 litros de capacidad, alimentado desde la caldera de gas, la cual actuará en caso de que la aportación de energía de los colectores solares no sea suficiente para alcanzar la temperatura necesaria.

Se proyecta una red de distribución de ACS a cada punto de consumo del Gimnasio mediante:

### Distribución general y cuarto húmedos

Red de retorno de ACS hasta las proximidades de cada uno de los cuartos húmedos.

A continuación se aportan los cálculos de la potencia del agua caliente sanitaria

- 35 -

## 6.- INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

### 6.1.- Datos de diseño

#### 6.1.1. Datos relativos al emplazamiento

Emplazamiento:	Madrid
Altitud sobre el nivel del mar:	667
Temperatura mínima histórica:	- 16
Zona climática:	IV
Latitud:	40° 26' Norte
Longitud:	3° 42' Oeste

	VALORES MENSUALES DE DISEÑO		
	H (KJ/m <sup>2</sup> ·día)	Kt	Ta (°C)
Enero	6.362	0,43	4,9
Febrero	9.798	0,48	6,5
Marzo	14.150	0,52	10,0
Abril	19.552	0,57	13,0
Mayo	21.184	0,54	15,7
Junio	23.530	0,57	20,6
Julio	25.874	0,64	24,2
Agosto	22.986	0,63	23,6
Septiembre	16.118	0,54	19,8
Octubre	10.762	0,47	14,0
Noviembre	7.326	0,45	8,9
Diciembre	6.263	0,47	5,6

H: Media mensual de radiación diaria sobre superficie horizontal ( en kJ/m<sup>2</sup>·día).

Kt: Índice de nubosidad.

Ta: Temperatura ambiente media mensual (en °C).

Los datos relativos a la radiación solar se han tomado de la norma “UNE 94003:2007. Datos climáticos para el dimensionado de instalaciones solares térmicas”.

Los valores de temperatura ambiente media mensual se han extraído de la norma “UNE 94003:2007. Datos climáticos para el dimensionado de instalaciones solares térmicas”.

#### 6.1.2. Carga de consumo de agua caliente sanitaria

La demanda de ACS del edificio se ha obtenido aplicando los valores unitarios que aparecen en las tablas 4.1 y 4.2 del DB-HE4.

El edificio se destinará a Vestuarios/Duchas colectivas del gimnasio, considerándose un total de 50 personas.

Se establece un consumo de 21,0 litros de agua caliente sanitaria por persona al día, a una temperatura de 60,0°C.



La acumulación se realizará a 60°C y el rendimiento térmico de la instalación de distribución del A.C.S. se considera igual al 96%.

Teniendo en cuenta un perfil de consumo mensual de tipo "Demanda constante anual" y los valores de temperatura de agua fría de red disponibles para la localidad, los valores medios mensuales de consumo total diario de A.C.S. en el edificio y el consumo energético mensual para calentamiento del agua de uso sanitario resultantes serán los que se muestran en la tabla siguiente:

	<b>Perfil consumo (%)</b>	<b>Consumo ACS (litros/día)</b>	<b>Consumo ACS (litros/mes)</b>	<b>Temperatura agua fría (°C)</b>	<b>Demanda energía ACS (MJ/mes)</b>
<b>Enero</b>	100	1.094	33.906	6,0	7.664
<b>Febrero</b>	100	1.094	30.625	7,0	6.794
<b>Marzo</b>	100	1.094	33.906	9,0	7.239
<b>Abril</b>	100	1.094	32.813	11,0	6.730
<b>Mayo</b>	100	1.094	33.906	12,0	6.813
<b>Junio</b>	100	1.094	32.813	13,0	6.456
<b>Julio</b>	100	1.094	33.906	14,0	6.529
<b>Agosto</b>	100	1.094	33.906	13,0	6.671
<b>Septiembre</b>	100	1.094	32.813	12,0	6.593
<b>Octubre</b>	100	1.094	33.906	11,0	6.955
<b>Noviembre</b>	100	1.094	32.813	9,0	7.005
<b>Diciembre</b>	100	1.094	33.906	6,0	7.664

Lo que representa un consumo medio diario de 1.093,8 litros, medio mensual de 33.268,2 litros y un consumo total anual de 399.218,8 litros.

Según se establece en el apartado 2.2 Cuantificación de la exigencia del DB-HE4, la contribución solar mínima exigida para cubrir las necesidades de ACS debe ser del 50%, de acuerdo a la Tabla 2.1 y teniendo en cuenta la demanda total y la zona climática.

### 6.1.3. Parámetros de diseño

Se proyecta una instalación solar térmica constituida por un campo de captadores solares orientados en dirección Sur desviación 57,7° Este, y con una inclinación respecto a la horizontal de 16,0°. El índice de reflectividad del entorno donde se situarán los captadores se toma igual a 0,00.

El sistema elegido será de tipo indirecto, instalándose un intercambiador de calor entre el circuito primario (campo de colectores) y el secundario (acumulación), cuya efectividad será 1,00.

El sistema se diseña para que se cubra al menos un 50,0% de la demanda de energía anual. Este parámetro servirá para el dimensionamiento del campo de captadores y de la capacidad de acumulación.

### 6.2.- Configuración elegida

La instalación estará constituida por un conjunto de captadores solares que reciben la radiación solar y la transforman en energía térmica, elevando la temperatura del fluido que circula por su interior. La energía captada se transfiere a continuación a un depósito acumulador de agua caliente. Después de

éste se instala en serie un equipo convencional de apoyo o auxiliar, cuya potencia térmica es suficiente para que pueda proporcionar la energía necesaria para la producción total demandada.

Se elige un sistema del tipo circulación forzada con intercambiador de calor en el acumulador solar, que tiene las siguientes características:

Superficie total de captación (A):	18,6 m <sup>2</sup>
Volumen total de acumulación solar (V):	995 litros
Fracción solar (por método f-chart):	55,6 %
Consumo medio diario en los meses de verano (M):	1100 litros/día

### 6.2.1. Resultados de la simulación a largo plazo

La simulación a largo plazo del sistema utilizando el método de f-chart produce los resultados siguientes:

	<b>Demanda (MJ/día)</b>	<b>Demanda (MJ/Mes)</b>	<b>Aporte Solar (MJ/día)</b>	<b>Aporte Solar (MJ/mes)</b>	<b>Fracción Solar ACS (%)</b>
<b>Enero</b>	247	7.664	50	1.564	20,4
<b>Febrero</b>	243	6.794	86	2.401	35,3
<b>Marzo</b>	234	7.239	126	3.910	54,0
<b>Abril</b>	224	6.730	162	4.858	72,2
<b>Mayo</b>	220	6.813	171	5.315	78,0
<b>Junio</b>	215	6.456	186	5.574	86,3
<b>Julio</b>	211	6.529	200	6.202	95,0
<b>Agosto</b>	215	6.671	188	5.836	87,5
<b>Septiembre</b>	220	6.593	143	4.288	65,0
<b>Octubre</b>	224	6.955	93	2.875	41,3
<b>Noviembre</b>	234	7.005	60	1.802	25,7
<b>Diciembre</b>	247	7.664	52	1.621	21,2

### 6.2.2. Pérdidas por orientación, inclinación y sombras

Teniendo en cuenta la situación y colocación de los módulos solares respecto de los elementos arquitectónicos, se considera que nos encontramos en el caso "General".

El porcentaje de pérdidas por orientación e inclinación se obtiene aplicando el siguiente conjunto de ecuaciones:

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{\text{opt}})^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2] \quad \text{para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{\text{opt}})^2] \quad \text{para } \beta \leq 15^\circ$$

Dónde  $\beta$  es el ángulo de inclinación y  $\alpha$  es el acimut expresados en grados sexagesimales.  $\beta_{\text{opt}}$  es el ángulo de inclinación óptimo dependiendo de la latitud geográfica.

Pérdidas por orientación e inclinación: 18,56%

---

Para obtener el valor de las pérdidas por sombras se utiliza un método analítico basado en el trazado de rayos que tiene en cuenta las posiciones relativas de los obstáculos y del sol en cada época del año.

Este método consiste en determinar el porcentaje de la radiación solar que no incide sobre la superficie de los captadores debido a los obstáculos, respecto de la que incidiría de no existir sombra, repitiendo el proceso para cada hora de un día representativo de cada mes.

La superficie de cada captador solar se divide en 100 elementos rectangulares iguales y se comprueba geoméricamente si el rayo trazado desde el centro de cada rectángulo hasta la posición solar, corta el volumen ocupado por alguno de los obstáculos o con alguno de los restantes captadores solares.

En caso de que un obstáculo se interponga en el camino del rayo, se considera que todo el rectángulo está en sombra, y se contabilizan las pérdidas correspondientes a la energía que no se recibe, teniendo en cuenta que esta energía es diferente dependiendo de la hora solar. Es decir, la sombra producida al medio día provoca más pérdidas que la misma extensión de sombra producida a primera o última hora del día.

Siguiendo este criterio se obtienen unas pérdidas de radiación solar por sombras de 0,61%

### **6.2.3. Relaciones entre las principales dimensiones**

A continuación se muestran las relaciones entre las principales magnitudes de la instalación:

Relación entre el área de captación y el consumo medio diario en los meses estivales:

$$100 \cdot A/M = 1,69$$

Relación entre el volumen de agua acumulada y el consumo medio diario:

$$V/M = 0,90$$

Volumen del depósito de acumulación por cada metro cuadrado de superficie de captación debe mantener la relación:

$$V/A = 53,47$$

El caudal de fluido portador, calculado a partir de la superficie total de captadores instalados, teniendo en cuenta el tipo de conexionado serie o paralelo, es de 1,50 l/s por cada 100 m<sup>2</sup> de superficie de captadores.

## **6.3.- Descripción de la instalación**

### **6.3.1. Sistema de captación**

El campo de colectores estará formado por 8 unidades con una superficie total de captación igual a 18,6 m<sup>2</sup>, orientados en dirección Sur desviación 57,7° Este e inclinados 16,0° respecto de la horizontal.

Los captadores se conectarán entre sí en paralelo formando baterías de 4 unidades. Estas baterías de captadores se conectarán entre sí en paralelo formando filas de 1 baterías de captadores

cada una. Finalmente las filas de baterías se conectarán entre sí en paralelo con retorno invertido de modo que el circuito resulte hidráulicamente equilibrado.

Todos los grupos estarán compuestos por el mismo número de elementos y se situarán formando filas paralelas y bien alineadas.

En la documentación gráfica del proyecto se muestra la disposición final del campo de colectores.

Los captadores solares serán planos de baja temperatura, modelo VIESSMANN VITOSOL 200-F SV2A cumpliendo todos los requerimientos de la norma UNE 94101 y con las siguientes características:

Contraseña de homologación:	NPS-12812
Superficie del absorbedor:	2,33 m <sup>2</sup>
Presión máxima de servicio:	8,0 bar
Contenido de fluido calo-portante:	1,6 litros
Dimensiones externas:	2,03x1,15 m
Caudal de diseño:	40,00 litros/hora/m <sup>2</sup>
Curva de rendimiento:	$0,7920 - 4,0400 \cdot (T_m - T_a)/l - 0,0182 \cdot (T_m - T_a)^2/l$

Con objeto de evitar calentamientos excesivos se dotará a la instalación de equipos específicos que permitan disipar los excedentes térmicos.

### **6.3.2. Sistema de acumulación solar**

El sistema de acumulación tendrá una capacidad total de 995 litros y estará compuesto por un único depósito de capacidad suficiente.

Los depósitos acumuladores seleccionados son del tipo LAPESA GEISER INOX SERPENTIN con las características que se detallan a continuación:

Presión máxima de servicio:	8,0 bar
Material:	Acero inoxidable (Cr.Ni.Mo)
Aislamiento:	Espuma rígida de poliuretano inyectado en molde
Espesor del aislamiento:	50 mm
Capacidad:	995 litros
Dimensiones:	Ø950x2.250 m

---

### 6.3.3. Sistema de intercambio

El sistema cuenta con un intercambiador de calor de tipo serpentín instalado en el interior del depósito de acumulación. La superficie total de intercambio es de: 3,40 m<sup>2</sup>, superior a 15% de la superficie total de captación.

### 6.3.4. Circuitos hidráulicos

#### Circuito primario

El circuito primario está compuesto por las tuberías que conectan a los captadores solares entre sí, y a estos con el sistema de acumulación/intercambio. Se realizará con tubería de tipo Cobre UNE-37-141-76 de diferentes diámetros.

En cada batería de captadores la entrada del fluido térmico se realiza por el extremo inferior del primer colector y la salida por el extremo superior del último. La entrada tendrá una pendiente ascendente en el sentido del avance del fluido del 1 %.

La conexión entre los captadores solares se ha diseñado utilizando el sistema de retorno invertido, de manera que el circuito resulta equilibrado hidráulicamente.

Se ha calculado el circuito hidráulico para un caudal de diseño de 54,00 l/h/m<sup>2</sup>, lo que supone un caudal total de 1.004,83 l/h y una pérdida de carga de 2,50 mmca.

Para las condiciones de simulación, con una radiación incidente de 1.000 w/m<sup>2</sup>, una temperatura del fluido térmico a la entrada del campo de captadores de 45°C y una temperatura exterior de 20°C, las pérdidas térmicas en la red de tuberías suponen un 1,7% de la potencia total generada por la instalación.

La documentación gráfica del proyecto incluye un esquema de conexionado de los distintos elementos que componen el sistema, con indicación de los diámetros utilizados en cada tramo.

Los anejos de cálculo contienen una descripción del método de cálculo hidráulico empleado y el detalle de los resultados obtenidos.

#### *Fluido caloportante:*

De acuerdo con los datos climatológicos disponibles para el emplazamiento, y dado que existe riesgo de heladas, se decide utilizar como fluido térmico agua desmineralizada con anticongelantes e inhibidores de la corrosión no tóxicos, utilizando para esta aplicación una mezcla al 35,0% de propilenglicol, que tiene una temperatura de congelación inferior a -22,5 °C.

El calor específico del fluido térmico es de 3.541,0 KJ/Kg·K.

#### *Circulador:*

Se elige un circulador modelo CIRCULADOR ESTANDAR de las siguientes características:

Caudal nominal: 1.005 litros/hora

Presión nominal: 2,5 m.c.a.

Potencia nominal: 15,0 w

---

Tensión de funcionamiento: II - 230 V – 50 Hz

*Depósito de expansión cerrado:*

Se instalará un depósito de expansión cerrado de tipo indirecto (con diafragma), de las siguientes características:

Capacidad total: 35 litros

Presión máxima de trabajo: 5,0 bar

Presión de llenado: 0,7 bar

Presión tarado válvula de seguridad: 5,0 bar

**6.3.5. Sistema de disipación**

Con objeto de proteger la instalación durante los meses de mayor producción de energía o en los cuales la demanda de A.C.S. se ve anulada dados los periodos de actividad del centro, se prevé la instalación de un sistema de disipación de calor, consistente en un aerotermo. Dicho equipo se conectará en paralelo a los captadores en el circuito primario.

Para el cálculo del aerotermo se ha empleado la siguiente expresión:

$$Q = \frac{dm}{dt} \cdot C_p \cdot (T_{\max} - T_{\text{consigna}}) \cdot t = (4,70 m^3 \cdot 200 \frac{l}{hm^2}) \cdot 0,95 \frac{kcal}{kg^\circ K} \cdot (95 - 80) \cdot 1 = 13395 Kcal / h$$

$dm/dt$  = Flujo másico

$C_p$  = calor específico del fluido

$t$  = tiempo en horas

Para poder disipar el porcentaje de energía necesario para la protección de la instalación solar, se ha estimado una potencia del aerotermo de 11700kcal/h.

**6.3.6. Sistema de control**

El control de funcionamiento normal de las bombas será siempre de tipo diferencial y debe actuar en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de colectores y la del depósito de acumulación.

El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor que 2°C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor que 7°C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada del termostato diferencial no será menor que 2°C.

## 6.4.- Anexo de cálculo

### 6.4.1. Cálculo de la cobertura solar

Se ha seguido el método de cálculo denominado de las curvas-f (f-charts), que consiste en utilizar las correlaciones obtenidas mediante simulaciones por ordenador, que relacionan las variables adimensionales más importantes del sistema térmico solar y el rendimiento que este sistema tiene a lo largo de un periodo de tiempo suficientemente prolongado.

Como resultado se obtiene el valor f o fracción de la demanda energética que es posible cubrir mediante la energía solar recibida por el sistema de captación.

$$f = 1,029 \cdot Y - 0,065 \cdot X - 0,245 \cdot Y^2 + 0,0018 \cdot X^2 + 0,0215 \cdot Y^3$$

Las relaciones adimensionales que aparecen en la ecuación anterior tienen el siguiente significado físico:

X expresa la relación entre las pérdidas de energía del captador solar y la demanda térmica total.

$$X = \frac{A_c \cdot F'_R U_L (T_{ref} - T_a) \Delta t}{L_{TOT}}$$

Y representa la relación entre la energía absorbida por el captador solar y la demanda total de energía.

$$Y = \frac{A_c \cdot F'_R (\tau \alpha) \cdot \bar{H}_T \cdot N_M}{L_{TOT}}$$

Donde:

$A_c$  Área total de captación solar.

$F'_R U_L$  Factor de pérdidas térmicas del captador solar (W/m<sup>2</sup>·K).

$F'_R(\square\square)$  Factor de ganancias del captador solar.

$T_{ref}$  Temperatura de referencia igual a 100°C.

$T_a$  Temperatura del ambiente exterior (°C).

$H_T$  Radiación solar media mensual diaria en superficie inclinada (KJ/día·m<sup>2</sup>).

$\square t$  Periodo de tiempo en segundos (segundos/mes).

$N_M$  Periodo de tiempo en días (días/mes).

$L_{tot}$  energía total demandada (MJ/mes)

A la hora de aplicar el método de cálculo se tienen en cuenta los factores de corrección introducidos por las siguientes causas:

- Eficiencia del intercambiador.
- Orientación de los captadores solares fuera del rango 15°OESTE a 15° ESTE.
- Inclinaciones de los captadores solares diferentes a la latitud ±15°.
- Caudales de circulación fuera del rango 3,6 a 7,2 litros/hora/m<sup>2</sup>
- Capacidades de acumulación distintas a 75 litros/m<sup>2</sup> de superficie de captación.

La radiación solar diaria como media mensual se calcula teniendo en cuenta la superficie de abertura de los captadores solares, su orientación respecto a la dirección SUR y su inclinación respecto a la horizontal.

El cálculo se realiza computando la posición solar para cada hora de un día representativo de cada mes y obteniendo la radiación solar media mensual horaria incidente (IT):

$$\bar{H}_T = \sum_{h=0}^{24} I_T$$

$$I_T = I_b \cdot R_b + I_d \cdot \left( \frac{1 + \cos \beta}{2} \right) + I \cdot \rho_g \cdot \left( \frac{1 - \cos \beta}{2} \right)$$

Donde:

- $I_b$  Componente directa de la radiación solar.  
 $R_b$  Factor dependiente del ángulo de incidencia de los rayos solares.  
 $I_d$  Radiación solar difusa.  
 $I$  Radiación global sobre superficie horizontal.  
 $\rho_g$  Reflectancia difusa hacia el entorno.  
 $\beta$  Ángulo de la superficie inclinada.

A continuación se resumen los principales valores resultantes del cálculo:

Orientación de captadores:	57,7 °
Inclinación de captadores:	16,0 °
$A_c$ , Área total de captación solar:	18,6 m <sup>2</sup>
$F'_{RUL}$ , Factor de pérdidas térmicas del captador solar:	4,021 (W/m <sup>2</sup> ·K).
$F'_{R(\tau\alpha)}$ , Factor de ganancias del captador solar:	0,788
$\varepsilon$ , efectividad del intercambiador:	1,00
Factor corrector del conjunto captador-intercambiador:	1,000
Factor corrector por volumen de acumulación:	1,088

	$L_{TOT}$ (MJ/mes)	$H_T$ (MJ/mes)	$F_{ACS}$	$X/Ac$	$Y/Ac$	$f$ (%)
<b>Enero</b>	7.664,3	4.144,6	0,99	0,140	0,021	0,204
<b>Febrero</b>	6.794,4	5.470,5	1,01	0,143	0,031	0,353
<b>Marzo</b>	7.238,5	8.558,7	1,04	0,148	0,045	0,540
<b>Abril</b>	6.730,3	10.912,6	1,09	0,155	0,062	0,722
<b>Mayo</b>	6.812,7	12.082,4	1,09	0,154	0,068	0,780
<b>Junio</b>	6.455,6	12.814,6	1,07	0,145	0,076	0,863
<b>Julio</b>	6.528,9	14.670,0	1,06	0,140	0,086	0,950
<b>Agosto</b>	6.670,8	13.223,7	1,02	0,133	0,076	0,875
<b>Septiembre</b>	6.593,0	9.265,4	1,03	0,138	0,054	0,650
<b>Octubre</b>	6.954,6	6.493,2	1,07	0,151	0,036	0,413
<b>Noviembre</b>	7.005,0	4.560,9	1,06	0,152	0,025	0,257
<b>Diciembre</b>	7.664,3	4.207,8	0,98	0,137	0,021	0,212

$L_{TOT}$ : Demanda de energía total mensual (MJ/mes).

$H_T$ : Radiación diaria media mensual para superficie inclinada (MJ/mes).

$F_{ACS}$ : Factor de corrección para agua caliente sanitaria.

$X$ : Parámetro f-charts que relaciona las pérdidas de los captadores y la carga calorífica total.

$Y$ : Parámetro f-charts de relación entre ganancias solares y carga calorífica total.

$f$ : Fracción de la demanda mensual que es aportada por el sistema solar.

$Ac$ : Área de captación solar.

Demanda energética anual:	83.112,4 MJ
Energía solar útil anual:	46.245,3 MJ
Rendimiento total del sistema:	43,46 %
Cobertura solar total anual ACS:	55,64 %



### 6.4.2. Cálculos hidráulicos

El principio de cálculo usado para la selección del diámetro de las tuberías y para el cómputo de sus pérdidas de carga es el siguiente:

1- Determinación del caudal de cada tramo en función de la superficie de captadores solares a los que alimenta, teniendo en cuenta que el caudal de diseño elegido es de 54,00 litros/hora/m<sup>2</sup>.

2- Selección de los diámetros de tubería en base a admitir una pérdida de carga máxima por unidad de longitud de tubería igual a 40,0 mm.c.a./m .

3- Para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías se ha tenido en cuenta la fórmula de Prandtl-Colebrook.

$$V = -2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot J} \cdot \log_{10} \left( \frac{k_a}{3'71 \cdot D} + \frac{2'51 \cdot \nu}{D \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot J}} \right)$$

Donde:

- J = Pérdida de carga, en m.c.a./m;
- D = Diámetro interior de la tubería, en m;
- V = Velocidad media del agua, en m/s;
- Qr = Caudal por la rama en m<sup>3</sup>/s;
- ka = Rugosidad uniforme equivalente, en m.;
- ν = Viscosidad cinemática del fluido, (1'31x10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s para agua a 10°C);
- g = Aceleración de la gravedad, 9'8 m/s<sup>2</sup>;

4- Se tienen en cuenta las longitudes equivalentes a tubería recta de igual diámetro de los accesorios (tes, codos, reducciones... ) de interconexión entre tuberías, para calcular las pérdidas de carga que producen.

5- Las caídas de presión en las válvulas y en los restantes dispositivos de la instalación se calculan por medio de los gráficos del fabricante.

6- Para el cálculo de las pérdidas térmicas en cada tramo se ha empleado la siguiente expresión:

$$Pt = \frac{L}{\left( \frac{1}{he \cdot dext \cdot \pi} \right) + 2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot \log \left( \frac{dext}{dint} \right)} \cdot \left( \frac{t_1 + t_2}{2} - t_0 \right)$$

Donde:

- t<sub>0</sub> Temperatura ambiente exterior (°C)
- t<sub>1</sub> Temperatura de entrada en la tubería (°C)
- t<sub>2</sub> Temperatura de salida de la tubería (°C)
- Conductividad térmica del aislamiento (w/°C·m)
- L Longitud real de la tubería (m)
- dext Diámetro exterior total incluido el aislamiento (m)
- dint Diámetro interior de la tubería (m)
- he Coeficiente de convección térmica en w/(m<sup>2</sup>·K)

#### Circuito primario

Se dimensiona el circuito primario para que sea capaz de transportar hasta el sistema de acumulación toda la potencia recibida por el campo de captadores en forma de radiación solar.

#### *Cálculo de tuberías*

A continuación se listan los resultados del cálculo hidráulico de los diferentes tramos que componen la instalación:

TRAMO	Diámetro	Long. (m)	Leqv. (m)	Q (l/h)	V (m/s)	$\Delta P_u$	$\Delta P_t$ (mmca)
Tramo [4-3]	26x28	0,4	0,0	1.004,8	0,53	24,4	9,7
Tramo [3-5]	26x28	7,2	0,8	1.004,8	0,53	24,4	193,8
Tramo [5-6]	26x28	9,6	0,8	1.004,8	0,53	24,4	251,5
Tramo [8-7]	26x28	2,9	0,8	1.004,8	0,53	24,4	89,8
Tramo [9-7]	26x28	1,8	0,8	1.004,8	0,53	24,4	62,1
Tramo [10-6]	26x28	0,4	0,8	1.004,8	0,53	24,4	28,5
Tramo [19-4]	20x22	0,4	1,9	502,4	0,44	25,8	58,8
Tramo [4-20]	20x22	3,1	1,0	502,4	0,44	25,8	104,2
Tramo [1-21]	20x22	1,3	0,3	376,8	0,33	15,9	26,5
Tramo [2-22]	20x22	1,3	0,4	125,6	0,11	2,6	4,5
Tramo [21-23]	20x22	1,3	0,3	251,2	0,22	8,1	13,5
Tramo [22-24]	20x22	1,3	0,4	251,2	0,22	8,1	14,1
Tramo [23-25]	20x22	1,3	0,3	125,6	0,11	2,6	4,3
Tramo [24-26]	20x22	1,3	0,4	376,8	0,33	15,9	27,8
Tramo [28-29]	20x22	0,4	0,6	502,4	0,44	25,8	26,6
Tramo [29-8]	20x22	3,1	0,4	502,4	0,44	25,8	90,0
Tramo [33-20]	20x22	0,4	0,6	502,4	0,44	25,8	26,6
Tramo [30-34]	20x22	1,3	0,3	376,8	0,33	15,9	26,5
Tramo [31-35]	20x22	1,3	0,4	125,6	0,11	2,6	4,5
Tramo [34-36]	20x22	1,3	0,3	251,2	0,22	8,1	13,5
Tramo [35-37]	20x22	1,3	0,4	251,2	0,22	8,1	14,1
Tramo [36-38]	20x22	1,3	0,3	125,6	0,11	2,6	4,3
Tramo [37-39]	20x22	1,3	0,4	376,8	0,33	15,9	27,8
Tramo [41-8]	20x22	0,4	0,8	502,4	0,44	25,8	30,9

Long: Longitud real en metros.

Leqv: Longitud equivalente de accesorios en metros.

V: Velocidad en metros/segundo.

Q: Caudal en litros/hora.

□  $P_u$ : Pérdida de carga unitaria (mmca/m).

□  $P_t$ : Pérdida de carga total (mmca).

### Bomba de circulación

Se dimensiona la bomba de circulación para mover el caudal total que circula por el sistema de captación, que para una superficie total de colectores de 18,6 m<sup>2</sup> y un caudal de diseño de 54,0 litros/hora/m<sup>2</sup>, alcanza un valor de 1.004,8 litros/hora.

La presión que debe suministrar la bomba será aquella que sea capaz de mover el caudal total del circuito a través del lazo de máximas pérdidas de carga. Este lazo es el que va desde el Intercambiador CIRCUITO PRIMARIO [16-17] hasta el captador solar C.Solar [21-22] y vuelve hasta el punto de partida.

A continuación se desglosan las pérdidas de carga que se producen en cada uno de los dispositivos situados a lo largo del lazo:

TRAMO	Q (l/h)	V (m/s)	Ø	ΔPu (mmca)	Long. (m)	Tipo de acces.	Leqv (m) ó Kv	L. total (m)	ΔPt (mca)
N1-N2	1.005	0,57	1"			V. BOLA	0,00		0,004
						EX1 [15-14]			
			1"			V. BOLA	0,00		0,004
N2-N3	1.005					BC1 [12-13]			0,000
N3-N4	1.005	0,45	1"			V. RETENCIÓN	3,36		0,065
						Reducción	0,75		
			1"			V. BOLA	0,00		0,004
			26x28	24,4	0,4	Tubería		1,17	0,029
						Codo	0,77		
			26x28	24,4	9,6	Tubería		10,33	0,252
						Codo	0,77		
			26x28	24,4	7,2	Tubería		7,96	0,194
						Codo	0,77		
			26x28	24,4	0,4	Tubería		0,40	0,010
N4-N5	502	0,44	20x22	25,8	0,4	Tubería		2,28	0,059
						Codo	1,25		
						Te división	0,63		
			3/4"			V. BOLA	0,00		0,004
						VS1 [18-1]			
N5-N6	377	0,33	20x22	15,9	1,3	Tubería		1,67	0,026
						Te división	0,32		
N6-N7	126	0,11				C.Solar [21-22]			0,012
N7-N8	251	0,22	20x22	8,1	1,3	Tubería		1,75	0,014
						Te unión	0,40		
N8-N9	377	0,33	20x22	15,9	1,3	Tubería		1,75	0,028
						Te unión	0,40		
N9-N10	502					VP1 [26-27]			0,000
			3/4"			V. BOLA	0,00		0,020
						Unión	0,63		
			20x22	25,8	0,4	Tubería		1,03	0,027
						Codo	0,63		
			20x22	25,8	3,1	Tubería		3,49	0,090
						Te unión	0,40		
N10-N11	1.005	0,53	26x28	24,4	2,9	Tubería		3,68	0,090
						Codo	0,77		
			26x28	24,4	1,8	Tubería		2,55	0,062
						Codo	0,75		
			1"			V. BOLA	0,00		0,004
N11-N12	1.005					CIRCUITO PRIMARIO [16-17]			1,500
TOTAL									2,499

---

Long: Longitud real en metros.

Leqv: Longitud equivalente de accesorios en metros.

Ø: Diámetro nominal.

V: Velocidad en metros/segundo.

Q: Caudal en litros/hora.

□Pu: Pérdida de carga unitaria (mmca/m).

□Pt: Pérdida de carga total (mca).

Kv: Constante válvulas de control.

Se ha tenido en cuenta un coeficiente de seguridad para el cálculo de las caídas de presión en las tuberías igual al 10,0 %.

Atendiendo a los valores anteriores se elige una bomba de circulación cuya curva característica contiene un punto de funcionamiento con los siguientes valores nominales:

Caudal: 1.004,8 litros/hora

Presión: 2,5 m.c.a.

Potencia: 15,0 w.

#### *Depósito de expansión*

Este procedimiento de cálculo se basa en la normativa UNE- 100-155-88: Cálculo de vasos de expansión.

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

$$Vu = V \cdot \square$$

Donde:

Vu = Volumen o capacidad útil del depósito en litros.

V = Volumen de agua total de la instalación en litros.

□ = Coeficiente de dilatación del fluido térmico en %.

El volumen total de fluido en la instalación es la suma del contenido en el Intercambiador, en los captadores solares, y la capacidad de las tuberías de todo el circuito:

$$V.Total = 21,3 + 12,8 + 19,3 = 53,4 \text{ litros.}$$

Tomando un factor de seguridad del 10% se obtiene un volumen total de:

$$V = 53,4 \times 1,1 = 58,7 \text{ litros.}$$

Para una temperatura máxima de 140,0 °C y un porcentaje de anticongelante del 35% se tiene un incremento de volumen del 8,180%.

Dado que el fluido caloportante puede evaporarse en condiciones de estancamiento, también se tendrá en cuenta el volumen vaporizable, que será aproximadamente el situado en el interior de los captadores solares y sus tuberías de unión, incrementados un 10%.

Por tanto el volumen útil del depósito deber ser de:

$$Vu = 58,7 \cdot 8,180 / 100 + 12,8 \times 1,1 = 18,9 \text{ litros}$$

---

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

$$C_p = PM / (PM - P_m)$$

Dado que la altura de la instalación sobre el vaso de expansión es de 2,0 m., la presión de llenado de la cámara de gas será:

$$P_m = 0,5 + 1,01325 \cdot 2,0 / 10 = 0,7 \text{ bar.}$$

Como mínimo se toma una presión de llenado de 0,5 bar en el punto más alto de la instalación con objeto de evitar la entrada de aire. Por otra parte eligiendo una presión máxima de trabajo  $PM = 5,0$  bar se obtiene:

$$P_m = 0,5 + 1,01325 \cdot 2,0 / 10 = 0,7 \text{ bar.}$$

Por tanto la capacidad total del depósito debe ser:

$$C_p = (5,0 + 1,01325) / (5,0 - 0,7) = 1,399$$

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

Capacidad total: 35,0 litros

Presión máxima de trabajo: 5,0 bar.

Presión de llenado: 0,7 bar.

Presión de tarado de la válvula de seguridad: 5,0 bar.

## **7.- INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.**

### **7.1.- Generalidades.**

Se dispondrá de una instalación de calefacción mediante un sistema centralizado por agua. Dispondrán de calefacción las aulas, las zonas comunes y el gimnasio.

La instalación de calefacción será capaz de mantener veintidos grados centígrados (22°C) en las aulas y aseos, y 18°C en el gimnasio. Las condiciones climáticas externas a considerar serán las indicadas en el CTE para la zona climática correspondiente.

La instalación se alimentará desde la caldera situada en la nueva sala de calderas del gimnasio.

### **7.2.- Caldera**

La caldera a instalar es una caldera de condensación ADI CD 200 de 204.5 KW marca ADISA, cuyas dimensiones son de 660 x 940 y se ha colocado en el cuarto de calderas de tal forma que se pueden llevar a cabo sus tareas de mantenimiento.

### **7.3.- Radiadores.**

Los radiadores elegidos serán elementos de aluminio, con distintos números de elementos y de distintas alturas dependiendo de las necesidades caloríficas de cada dependencia.

La situación de los emisores se representa en los planos correspondientes.

Los radiadores dispondrán de detentes y válvulas termostáticas, que permitirán su desmontaje o reparación sin interrumpir el servicio al resto de las dependencias.

Además dispondrán de un purgador de pitorro para expulsar el aire que pudiera haber dentro del elemento.

Para ver los cálculos de cargas por estancia consultar anejo de cargas térmicas.

### **7.4.- Aerotermos.**

Los aerotermos elegidos serán roca modelo UL 210 G ó similar.

La potencia de los aerotermos para una temperatura media del agua de 60°C y temperatura del aire de 15 grados, con un factor de corrección de 0,75 es de 9 KW.

La situación de los aerotermos de la pista deportiva se representa en los planos correspondientes, y la altura de los mismos será de 4 metros.

La inclinación de las persianas de aire es de 45°.

### **7.5.- Red de calefacción.**

El trazado de la red de tuberías de calefacción desde la caldera a las distintas dependencias se indica en el plano correspondiente, con los diámetros necesarios en cada caso. Se realizará por los falsos techos en montaje suspendido del forjado donde sea posible.

El sistema de distribución es un sistema mixto bitubular disponiendo de válvulas de equilibrado en todos los circuitos. La instalación se ha realizado con tuberías de acero negro para las generales y tubería multicapa para las velas de los radiadores.

La ampliación existente dispone de dos circuitos:

C1: Circuito Calefacción C1

C2: Circuito Calefacción C2

C3: Circuito Aerotermos

C4: Circuito SIAVS

C5: Circuito ACS

La caldera prevista para la calefacción del centro utilizará gas como combustible, y dispondrá de una nueva acometida debido a la distancia que hay desde el gimnasio hasta la acometida actual.

---

La caldera dispondrá del cuadro de regulación y control necesario para un funcionamiento óptimo de la instalación.

La sala de calderas se diseñada para tal fin.

Las tuberías que salen desde la sala de calderas hacia el aulario van enterradas en zanja y en el interior de tuberías de polietileno corrugado de 90 MM.

Los circuitos de calefacción van por planta baja y alimentan a los radiadores de planta baja y de planta primera, a excepción del aula 13 y el aula PG que van las tuberías por el techo de la planta primera.

#### **7.6.- Selección de equipos.**

##### NECESIDADES TÉRMICAS

Potencia demandada radiadores:	59,90 kW
Potencia demandada SIAVS:	35,40 kW
Potencia demandada Gimnasio:	68,29 kW
Potencia demandada ACS:	17,00 kW
Potencia total demandada:	180,6 kW

Se ha tenido en cuenta las pérdidas de conducción y las pérdidas por intermitencia de un 15% .

La aportación del aire primario se realiza a temperatura neutra mediante recuperadores de calor con batería de agua de 3,4 Y 6,4 Kw incorporada, descritos en la instalación de ventilación.

#### **7.7.- Cálculos Justificativos**

##### **7.7.1. Método de cálculo de cargas térmicas**

Se adjunta en anexo independiente.

##### **7.7.1. Selección de radiadores**



Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

CALEFACCIÓN													
NºRadiadores	Local	Carga (kCal/h)	Carga/Ud	Ta (°C)	St (°C)	Emisión (Kcal/Ud)	Nº Elemts	Mod. Emisor	Pot. Inst. (kCal/h)	Pot. Local (kCal/h)	Pot. Local (KW)	Caudal	Ø
3	AULA 1	3247,0	1082,3	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096	3288,0	3823,3	73,07	16
			1082,3	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
			1082,3	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
3	AULA 2	3236,0	1078,7	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096	3288,0	3823,3	73,07	16
			1078,7	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
			1078,7	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
3	AULA 3	3265,0	1088,3	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096	3288,0	3823,3	73,07	16
			1088,3	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
			1088,3	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
3	AULA 4	3174,0	1058,0	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096	3219,5	3743,6	73,07	16
			1058,0	22	38	68,5	15	DUBAL-60	1028			68,50	16
			1058,0	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
3	AULA 5	3145,0	1048,3	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096	3219,5	3743,6	73,07	16
			1048,3	22	38	68,5	15	DUBAL-60	1028			68,50	16
			1048,3	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
3	AULA 6	3225,0	1075,0	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096	3288,0	3823,3	73,07	16
			1075,0	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
			1075,0	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
3	AULA 7	3245,0	1081,7	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096	3288,0	3823,3	73,07	16
			1081,7	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
			1081,7	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
3	AULA 8	3234,0	1078,0	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096	3288,0	3823,3	73,07	16
			1078,0	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
			1078,0	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
3	AULA 9	3263,0	1087,7	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096	3288,0	3823,3	73,07	16
			1087,7	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
			1087,7	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
3	AULA 10	3168,0	1056,0	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096	3219,5	3743,6	73,07	16
			1056,0	22	38	68,5	15	DUBAL-60	1028			68,50	16
			1056,0	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
3	AULA 11	3138,0	1046,0	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096	3219,5	3743,6	73,07	16
			1046,0	22	38	68,5	15	DUBAL-60	1028			68,50	16
			1046,0	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
3	AULA 12	3138,0	1046,0	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096	3219,5	3743,6	73,07	16
			1046,0	22	38	68,5	15	DUBAL-60	1028			68,50	16
			1046,0	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
3	AULA 13	3239,0	1079,7	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096	3288,0	3823,3	73,07	16
			1079,7	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
			1079,7	22	38	68,5	16	DUBAL-60	1096			73,07	16
3	PG	1642,0	547,3	22	38	68,5	8	DUBAL-60	548	1644,0	1911,6	36,53	16
			547,3	22	38	68,5	8	DUBAL-60	548			36,53	16
			547,3	22	38	68,5	8	DUBAL-60	548			36,53	16
3	CIRCULACIONES	3766,0	1255,3	22	38	68,5	18	DUBAL-60	1233	3767,5	4380,8	82,20	16
			1255,3	22	38	68,5	19	DUBAL-60	1302			86,77	16
			1255,3	22	38	68,5	18	DUBAL-60	1233			82,20	16
3	CIRCULACIONES	3642,0	1214,0	22	38	68,5	18	DUBAL-60	1233	3699,0	4301,2	82,20	16
			1214,0	22	38	68,5	18	DUBAL-60	1233			82,20	16
			1214,0	22	38	68,5	18	DUBAL-60	1233			82,20	16

Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

GIMNASIO													
CALEFACCIÓN													
NºRadiadores	Local	Carga (kCal/h)	Carga/Ud	Ta (°C)	St (°C)	Emisión (Kcal/Ud)	Nº Elemts	Mod. Emisor	Pot. Inst. (kCal/h)	Pot. Local (kCal/h)	Pot. Local (KW)	Caudal	Ø
6	GIMNASIO	47376,9	7896,2	21	39	7740	1	ROCA UL-210	7740	46440,0	54000,0	516,00	16
			7896,2	21	39	7740	1	ROCA UL-210	7740			516,00	16
			7896,2	21	39	7740	1	ROCA UL-210	7740			516,00	16
			7896,2	21	39	7740	1	ROCA UL-210	7740			516,00	16
			7896,2	21	39	7740	1	ROCA UL-210	7740			516,00	16
			7896,2	21	39	7740	1	ROCA UL-210	7740			516,00	16
2	VEST.MASC.	4183,0	1394,3	21	39	91,6	15	DUBAL-80	1374	4122,0	4793,0	91,60	16
			1394,3	21	39	91,6	15	DUBAL-80	1374			91,60	16
			1394,3	21	39	91,6	15	DUBAL-80	1374			91,60	16
2	VEST.FEM.	3716,0	1238,7	21	39	91,6	14	DUBAL-80	1282	3847,2	4473,5	85,49	16
			1238,7	21	39	91,6	14	DUBAL-80	1282			85,49	16
			1238,7	21	39	91,6	14	DUBAL-80	1282			85,49	16
1	PROFESOR	740,0	740,0	21	39	91,6	9	DUBAL-80	824	824,4	958,6	54,96	16
2	PASILLO	2480,0	1240,0	21	39	91,6	14	DUBAL-80	1282	2564,8	2982,3	85,49	16
			1240,0	21	39	91,6	14	DUBAL-80	1282			85,49	16

Los emisores se han calculado para una temperatura media de emisor de 60°C conforme al punto 9 de la IT 1.2.4.1.2.1 del RITE.

Una vez situados sobre cada dependencia los paneles necesarios según los cálculos del apartado anterior, se obtienen las secciones de las tuberías necesarias.

Estos valores se han obtenido considerando, para cada tramo la potencia calorífica de cálculo correspondiente a los paneles instalados en las dependencias que se alimentan de este tramo.

El caudal, en litros por hora, se obtiene dividiendo la potencia calorífica de cálculo (en kcal/h), dada en la columna anterior, por el salto térmico total de la instalación que en este caso y según los datos del fabricante es de 15°C.

Con este valor de caudal y considerando en todos los tramos una pérdida de carga variable, se obtienen las secciones de las tuberías en cada tramo en el plano que se adjunta y que relaciona el caudal, la pérdida de carga, la velocidad de circulación de agua y la sección de las tuberías.

Con los datos obtenidos se comprueba que las bombas de impulsión existentes son suficientes.

Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

CIRCUITO CALEFACCIÓN C1								
Número	Local	Emisión (Kcal/Ud)	NºElementos	Mod. Emisor	Pot. Inst. (kCal/h)	Caudal acumulado	Diametro acumulado	Caudal
1	P1 PASILLO R3	68,5	18	DUBAL-60	1233	82,20	1/2"	82,20
2	P1 PASILLO R3	68,5	18	DUBAL-60	1233	164,40	1/2"	82,20
3	P2 AULA 7 R1	68,5	16	DUBAL-60	1096	237,47	1/2"	73,07
4	P1 AULA 1 R1	68,5	16	DUBAL-60	1096	310,53	1/2"	73,07
5	P2 AULA 7 R2	68,5	16	DUBAL-60	1096	383,60	3/4"	73,07
6	P1 AULA 1 R2	68,5	16	DUBAL-60	1096	456,67	3/4"	73,07
7	P2 AULA 7 R3	68,5	16	DUBAL-60	1096	529,73	3/4"	73,07
8	P1 AULA 1 R3	68,5	16	DUBAL-60	1096	602,80	3/4"	73,07
9	P2 AULA 8 R1	68,5	16	DUBAL-60	1096	675,87	3/4"	73,07
10	P1 AULA 2 R1	68,5	16	DUBAL-60	1096	748,93	3/4"	73,07
11	P2 AULA 8 R2	68,5	16	DUBAL-60	1096	822,00	1"	73,07
12	P1 AULA 2 R2	68,5	16	DUBAL-60	1096	895,07	1"	73,07
13	P2 AULA 8 R3	68,5	16	DUBAL-60	1096	968,13	1"	73,07
14	P1 AULA 2 R3	68,5	16	DUBAL-60	1096	1041,20	1"	73,07
15	P2 AULA 9 R1	68,5	16	DUBAL-60	1096	1114,27	1"	73,07
16	P1 AULA 3 R1	68,5	16	DUBAL-60	1096	1187,33	1"	73,07
17	P2 AULA 9 R2	68,5	16	DUBAL-60	1096	1260,40	1"	73,07
18	P1 AULA 3 R2	68,5	16	DUBAL-60	1096	1333,47	1"	73,07
19	P2 AULA 9 R3	68,5	16	DUBAL-60	1096	1406,53	1 1/4"	73,07
20	P1 AULA 3 R3	68,5	16	DUBAL-60	1096	1479,60	1 1/4"	73,07
21	P1 PASILLO R1	68,5	18	DUBAL-60	1233	1561,80	1 1/4"	82,20
-	<b>PB-P1</b>	-	<b>342</b>	<b>DUBAL-60</b>	<b>23427</b>	<b>1561,80</b>	<b>1 1/4"</b>	<b>1561,80</b>
1	P2 PASILLO R1	68,5	18	DUBAL-60	1233	82,20	1/2"	82,20
2	P2 PG R1	68,5	8	DUBAL-60	548	118,73	1/2"	36,53
3	P2 PG R2	68,5	8	DUBAL-60	548	155,27	1/2"	36,53
4	P2 PG R3	68,5	8	DUBAL-60	548	191,80	1/2"	36,53
-	<b>P1-PG</b>	-	<b>42</b>	<b>DUBAL-60</b>	<b>2877</b>	<b>191,80</b>	<b>1/2"</b>	<b>191,80</b>
-	<b>C1</b>	-	<b>384</b>	<b>DUBAL-60</b>	<b>26304</b>	<b>1753,60</b>	<b>1 1/4"</b>	<b>1753,60</b>

### CIRCUITO CALEFACCIÓN C2

Número	Local	Emisión (Kcal/Ud)	NºElementos	Mod. Emisor	Pot. Inst. (kCal/h)	Caudal acumulado	Diametro acumulado	Caudal
1	P2 AULA 12 R1	68,5	16	DUBAL-60	1096	73,07	1/2"	73,07
2	P1 AULA 6 R1	68,5	16	DUBAL-60	1096	146,13	1/2"	73,07
3	P2 AULA 12 R2	68,5	15	DUBAL-60	1028	214,63	1/2"	68,50
4	P1 AULA 6 R2	68,5	15	DUBAL-60	1028	283,13	1/2"	68,50
5	P2 AULA 12 R3	68,5	16	DUBAL-60	1096	356,20	3/4"	73,07
6	P1 AULA 6 R3	68,5	16	DUBAL-60	1096	429,27	3/4"	73,07
11	P2 PASILLO R2	68,5	19	DUBAL-60	1302	516,03	3/4"	86,77
12	P1 PASILLO R2	68,5	19	DUBAL-60	1302	602,80	3/4"	86,77
13	P2 AULA 11 R1	68,5	16	DUBAL-60	1096	675,87	1"	73,07
14	P1 AULA 5 R1	68,5	16	DUBAL-60	1096	748,93	1"	73,07
15	P2 AULA 11 R2	68,5	15	DUBAL-60	1028	817,43	1"	68,50
16	P1 AULA 5 R2	68,5	15	DUBAL-60	1028	885,93	1"	68,50
17	P2 AULA 11 R3	68,5	16	DUBAL-60	1096	959,00	1"	73,07
18	P1 AULA 5 R3	68,5	16	DUBAL-60	1096	1032,07	1"	73,07
23	P2 AULA 10 R1	68,5	16	DUBAL-60	1096	1105,13	1"	73,07
24	P1 AULA 4 R1	68,5	16	DUBAL-60	1096	1178,20	1"	73,07
25	P2 AULA 10 R2	68,5	15	DUBAL-60	1028	1246,70	1 1/4"	68,50
26	P1 AULA 4 R2	68,5	15	DUBAL-60	1028	1315,20	1 1/4"	68,50
27	P2 AULA 10 R3	68,5	16	DUBAL-60	1096	1388,27	1 1/4"	73,07
28	P1 AULA 4 R3	68,5	16	DUBAL-60	1096	1461,33	1 1/4"	73,07
-	<b>PB-P1</b>	-	<b>320</b>	<b>DUBAL-60</b>	<b>21920</b>	<b>1461,33</b>	<b>1 1/4"</b>	<b>1461,33</b>
1	P2 AULA 13 R1	68,5	16	DUBAL-60	1096	73,07	1/2"	73,07
2	P2 AULA 13 R2	68,5	16	DUBAL-60	1096	146,13	1/2"	73,07
3	P2 AULA 13 R3	68,5	16	DUBAL-60	1096	219,20	1/2"	73,07
-	<b>P1-A13</b>	-	<b>48</b>	<b>DUBAL-60</b>	<b>3288</b>	<b>219,20</b>	<b>1/2"</b>	<b>219,20</b>
-	<b>C2</b>	-	<b>368</b>	<b>DUBAL-60</b>	<b>25208</b>	<b>1680,53</b>	<b>1 1/4"</b>	<b>1680,53</b>

Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

#### CIRCUITO C3 SIAV

Número	Local	Emisión (Kcal/Ud)	NºElementos	Mod. Emisor	Pot. Inst. (kCal/h)	Caudal acumulado	Diametro acumulado	Caudal
1	SIAV 1	5504	-	-	5504	366,93	3/4"	366,93
2	SIAV 2	5504	-	-	5504	733,87	1"	366,93
3	SIAV 3	5504	-	-	5504	1100,80	1"	366,93
4	SIAV 4	5504	-	-	5504	1467,73	1 1/4"	366,93
5	SIAV 5	2924	-	-	2924	1662,67	1 1/4"	194,93
-	<b>CIRCUITO C3</b>					<b>1662,67</b>	<b>1 1/4"</b>	

Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

CIRCUITO C4 GIMNASIO									
Número	Local	Emisión (Kcal/Ud)	NºElementos	Mod. Emisor	Pot. Inst. (kCal/h)	Caudal acumulado	Diametro acumulado	Caudal	Diametro
1	VEST FEM R1	88,5	14	DUBAL-80	1239	82,60	1/2"	82,60	1/2"
2	VEST MAS R1	88,5	15	DUBAL-80	1328	171,10	1/2"	88,50	1/2"
3	VEST FEM R2	88,5	14	DUBAL-80	1239	253,70	3/4"	82,60	1/2"
4	VEST MAS R2	88,5	15	DUBAL-80	1328	342,20	3/4"	88,50	1/2"
5	VEST FEM R3	88,5	14	DUBAL-80	1239	424,80	1/2"	82,60	1/2"
6	VEST MAS R3	88,5	15	DUBAL-80	1328	513,30	1/2"	88,50	1/2"
7	PASILLO R1	88,5	14	DUBAL-80	1239	595,90	3/4"	82,60	1/2"
8	PASILLO R2	88,5	14	DUBAL-80	1239	<b>678,50</b>	<b>3/4"</b>	82,60	1/2"
1	ROCA UL-210	7740	1	UL 210	7740	516,00	3/4"	516,00	3/4"
2	ROCA UL-210	7740	1	UL 210	7740	1032,00	1"	516,00	3/4"
3	ROCA UL-210	7740	1	UL 210	7740	1548,00	1 1/4"	516,00	3/4"
4	ROCA UL-210	7740	1	UL 210	7740	2064,00	1 1/4"	516,00	3/4"
5	ROCA UL-210	7740	1	UL 210	7740	2580,00	1 1/4"	516,00	3/4"
6	ROCA UL-210	7740	1	UL 210	7740	<b>3096,00</b>	<b>1 1/2"</b>	516,00	3/4"
1	SIAB 6	5504	1	SIAB	5504	366,93	3/4"	366,93	3/4"
2	DESPACHO	88,5	9	DUBAL-80	797	<b>420,03</b>	3/4"	53,10	1/2"
	RAMAL 1(AEROT)	7740	6	UL 210	46440	<b>3096,00</b>	<b>1 1/2"</b>	3096,00	3/4"
	RAMAL 2(VEST)	88,5	115	DUBAL-80	10178	<b>678,50</b>	3/4"	678,50	1/2"
	RAMAL 1-2	56618	-	-	56618	<b>3774,50</b>	<b>1 1/2"</b>	3774,50	1/2"
	RAMAL 3(SIAB)	5592,5	-	-	5593	<b>420,03</b>	3/4"	372,83	1/2"
-	<b>CIRCUITO 4</b>					<b>4194,53</b>	<b>2"</b>	4194,53	<b>2"</b>

Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

---



### 7.7.2. Selección de Bombas

Para la selección de las bombas e ir por lado de la seguridad se ha tenido en cuenta la pérdida de carga en el tramo más desfavorable, teniendo en cuenta que para el cálculo de tuberías se ha tenido una pérdida lineal por metro máxima de 20 mmca. La pérdida de carga de los codos es un 30% superior a la originada por la pérdida lineal, y se estima así por los posibles contratiempos y cambios de dirección ocasionados al ejecutar la obra. La pérdida de carga ocasionada en la sala de calderas será de 1,5 mca, mientras que el radiador más desfavorable será 0,5 mca.

No obstante se aportan los cálculos detallados.

### CÁLCULO DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓN CIRCUITO CALEFACCIÓN

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

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

Donde:

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

$\gamma$  = Peso específico del agua = 1,0 Kg/dm<sup>3</sup>

$\Delta t$  = Salto térmico en °C

$P$  = Potencia térmica en vatios

Con lo que se obtiene un caudal de:

Para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías se ha tenido en cuenta la fórmula de Prandtl-Colebrook y se limita la pérdida de carga por unidad de longitud de tubería a 12,0 mm.c.a./m .

La pérdida de carga en el generador y en los radiadores se calcula con la ecuación:

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

Donde:

$J$  = Pérdida de presión en mmca.

$\varepsilon$  = Coeficiente de resistencia.

$v$  = Velocidad en m/s.

$\gamma$  = Peso específico en kg/m<sup>3</sup>.

$g$  = Aceleración de la gravedad en m/s<sup>2</sup>.

Usando un coeficiente de resistencia  $\varepsilon = 2,5$  para el generador y de  $\varepsilon = 3,0$  para los radiadores.

Las pérdidas de carga en las válvulas y en los paneles se calculan por medio de los gráficos del fabricante.

### MÉTODO DE CÁLCULO PARA TUBERÍAS

El principio de cálculo es el siguiente:

1- Determinación del caudal de cada tramo, de final a origen, en función de los emisores o receptores a los que alimenta:

---

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

Donde:

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

$\gamma$  = Peso específico del agua = 1,0 Kg/dm<sup>3</sup>

$\Delta t$  = Salto térmico en °C

$P$  = Potencia térmica en vatios

Se tienen en cuenta los siguientes modos de funcionamiento:

- Calefacción salto térmico 15,0°C y potencias individuales máximas.

2- Para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías se ha tenido en cuenta la fórmula de Prandtl-Colebrook.

$$V = -2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot J} \cdot \log_{10} \left( \frac{k_a}{3'71 \cdot D} + \frac{2'51 \cdot \nu}{D \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot J}} \right)$$

Donde:

$J$  = Pérdida de carga, en m.c.a./m;

$D$  = Diámetro interior de la tubería, en m;

$V$  = Velocidad media del agua, en m/s;

$Q_r$  = Caudal por la rama en m<sup>3</sup>/s;

$k_a$  = Rugosidad uniforme equivalente, en m.;

$\nu$  = Viscosidad cinemática del fluido, (1'31x10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s para agua a 10°C);

$g$  = Aceleración de la gravedad, 9'8 m/s<sup>2</sup>;

3- Determinación de los diámetros de tubería en base a admitir una pérdida de carga máxima por unidad de longitud de tubería igual a 20,0 mm.c.a./m .

4- Se tienen en cuenta las longitudes equivalentes a tubería recta de igual diámetro en los accesorios (tes, codos... ) y válvulas conectados entre tuberías, para calcular las pérdidas de carga que producen.

5- Cálculo de la pérdida de carga a provocar en cada válvula de equilibrado para obtener la distribución de caudales supuesta inicial.

## PÉRDIDAS DE CARGA CIRCUITOS

A continuación se desglosan las pérdidas de carga en cada uno de los elementos de los tramos del circuito:

Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

---

Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

## CIRCUITO CALEFACCIÓN C1

C1													
Circuito	Q simult. m³/h	Diám. Interior mm	Diám. Comercial mm	V m/s	Re	Lambda	Hr m.c.a/m	Hr mm.c.a/ m	L m	Leq m	LTotal m	Hr Total m.c.a	
1	0,082	11,6	3/8"	0,22	1.748	0,0489	0,0100	9,98	3,5	0,35	3,85	0,038	
2	0,310	15,8	1/2"	0,44	4.853	0,0379	0,0236	23,58	6,6	0,66	7,26	0,171	
3	0,750	21,3	3/4"	0,58	8.709	0,0327	0,0268	26,78	4	0,4	4,4	0,118	
4	1,333	27	1"	0,65	12.211	0,0301	0,0238	23,76	9	0,9	9,9	0,235	
5	1,561	35,8	1 1/4"	0,43	10.784	0,0310	0,0082	8,20	31	3,1	34,1	0,280	
6	1,753	35,8	1 1/4"	0,48	12.111	0,0301	0,0100	10,05	35	3,5	38,5	0,387	
										Subtotal		1,229	
										89,1		Subtotal	1,229
										Retomo		x2	2,458
												$\Delta P_v =$	
										V.retención			0,44
										Radiador			0,5
										V3V			0,5
										Valvulería			(6 uds.) 0,28
										Regulación			1,15
										Filtro malla			1,15
										Total		6,478	



Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

### CIRCUITO GIMNASIO C3

C3													
Circuito	Q simult. m³/h	Diám. Interior mm	Diám. Comercial mm	V m/s	Re	Lambda	Hr m.c.a/m	Hr mm.c.a/ m	L m	Leq m	LTotal m	Hr Total m.c.a	
1	3,915	51,5	2"	0,52	18.802	0,0270	0,0073	7,29	22	2,2	24,2	0,176	
										Subtotal	0,176		
										22	Subtotal	0,176	
										Retomo	x2	0,353	
											$\Delta P_v =$		
											V.retención	0,5	
											B.Climatizador	2	
											V3V	0,5	
											Valvulería	(6 uds.)	0,28
											Regulación	1,26	
											Filtro malla	1,26	
											Total	6,153	

Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

## CIRCUITO SIAVS

C4												
Circuito	Q simult. m³/h	Diám. Interior mm	Diám. Comercial mm	V m/s	Re	Lambda	Hr m.c.a/m	Hr mm.c.a/ m	L m	Leq m	LTOTAL m	Hr Total m.c.a
1	0,367	21,3	3/4"	0,29	4.261	0,0391	0,0077	7,67	22	2,2	24,2	0,186
2	0,928	27	1"	0,45	8.501	0,0329	0,0126	12,61	12	1,2	13,2	0,166
3	1,663	35,8	1 1/4"	0,46	11.489	0,0305	0,0092	9,16	35	3,5	38,5	0,353
										Subtotal		0,705
										69	Subtotal	0,705
										Retorno	x2	1,409
										$\Delta P_v =$		
										V.retención		0,44
										Radiador		0,5
										V3V		0,5
										Valvulería	(6 uds.)	0,28
										Regulación		1,15
										Filtro malla		1,15
										Total		5,429

Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

---



### **Selección de la bomba Circuito Calefacción C1**

Tipo	Descripción
1	EL caudal del circuito de calefacción es 1753 l/h La pérdida de carga en el tramo más desfavorable 6,5 mca. BOMBA WILO STRATOS D 25/1-6

### **Selección de la bomba Circuito Calefacción C2**

Tipo	Descripción
1	EL caudal del circuito de calefacción es 1681 l/h La pérdida de carga en el tramo más desfavorable 6 mca. BOMBA WILO STRATOS D 25/1-6.

### **Selección de la bomba Circuito Calefacción C3 Gimnasio**

Tipo	Descripción
1	EL caudal del circuito de calefacción es 3915 l/h La pérdida de carga en el tramo más desfavorable 6,2 mca. BOMBA WILO STRATOS D 25/1-6.

### Selección de la bomba Circuito Calefacción C4 SIAV

Tipo	Descripción
1	EL caudal del circuito de calefacción es 1663 l/h La pérdida de carga en el tramo más desfavorable 5,4 mca. BOMBA WILO STRATOS D 25/1-6.

### Selección de la bomba Circuito Calefacción Primario

Tipo	Descripción
1	EL caudal del circuito de calefacción es 11667 l/h La pérdida de carga en el tramo más desfavorable 6,1 mca. BOMBA WILO STRATOS D 40/1-12.

## 8.- INSTALACIÓN DE GAS

### 8.1.-Características del gas.

El Gas a suministrar por la Compañía se ajusta a las siguientes características técnicas:

- Tipo de gas	Natural
- Familia	Segunda
- Poder Calorífico Superior	9.500kcal/m <sup>3</sup>
- Densidad relativa del gas	0,62
- Índice de Wobbe (kcal/m <sup>3</sup> )	14000 kcal/m <sup>3</sup>

---

## 8.2.-Demanda de consumo.

El consumo de la instalación se obtiene de la siguiente forma:

### DETERMINACIÓN DEL CAUDAL NOMINAL DE UN APARATO DE GAS

$$Q_n = \frac{GC}{PCS} = \frac{176}{9,5} = 18,51 m^3 / h$$

Qn = caudal nominal del aparato a gas (m3/h)

GC = gasto calorífico del aparato a gas, referido al PCS expresado en kW

PCS = poder calorífico superior del gas (kWh/m3)

### CAUDAL MÁXIMO DE SIMULTANEIDAD DE LA INSTALACIÓN

$$Q_{sc} = \sum Q_{si} * S_n = 18,51 * 1 = 18,51 m^3 / h$$

Qsc = caudal máximo de simultaneidad de la acometida interior o de la instalación común (m3/h)

Qsi = caudal máximo de simultaneidad de cada vivienda o local (m3/h)

Sn = factor de simultaneidad, función del número de viviendas que alimenta la instalación común y de que estén instaladas o no, calderas de calefacción.

## 8.3.-Descripción de la instalación.

Se dispondrá de una nueva acometida. La tubería de polietileno irá enterrada, mientras que la de cobre irá por por la fachada, hasta llegar a la sala de calderas.

Toda tubería irá protegida mediante pintura y soportada a los paramentos verticales a una distancia máxima de 1,5 m. entre cada soporte.

Entre la tubería y el soporte se intercalará una junta de goma con el fin de que si existen dilataciones no sufra desgaste la tubería de distribución.

### Válvulas de corte.

Se instalarán las siguientes válvulas de corte homologadas:

- Una en la arqueta de conexión con la tubería existente.
- Una de corte general en la entrada de la sala de calderas.
- Una en cada aparato receptor.

### Pasamuros.

En todos los lugares donde deba atravesar muros, la tubería estará protegida por pasamuros de diámetro interior igual o superior, en 10 mm., al diámetro exterior del tubo, sellando con masilla plástica sus extremos.

#### Uniones juntas y accesorios.

Las uniones serán, en todos los casos posibles con soldadura a tope, con material de acuerdo al de contacto.

El resto de las uniones serán roscadas, que corresponderán a la unión con los aparatos y valvulería. Las juntas serán homologadas por la D.G.I. según B.O.E. nº 49 de 26/2/1.976, tipo impermeabilizante.

La tubería estará sujeta por soportes a muros o techos, de tal forma que no permitan cambios de situación o deformación permanente de la red.

#### Disposición de contador.

El contador existente es del tipo G-25 de membrana y se encuentra situado en el armario de contadores.

#### Velocidad admisible en las conducciones.

Para realizar los cálculos hemos considerado que la velocidad en las tuberías no debe sobrepasar los siguientes valores:

- En derivaciones: 10 m/s.
- En columnas verticales: 10 m/s.
- En conducciones generales: 20 m/s.

#### **8.4.-Cálculos justificativos.**

Coslada (Madrid).

CONSUMO CALDERA																	
	Nº Aparatos	Gasto calorif. GC Kcal/h	Gasto calorif. GC KW	Rendimiento %	aparato Kcal/h	Caudal (m³/h)	diario (m³/día)										
Caldera ADI CD 250	1	175.870	204,50	100	175.870	18,51											
Caldera existente	0	0	0,00	100	0	0,00											
Acumulador ACS a gas	0	0	0,00	100	0	0,00											
Otros aparatos	0	0	0,00	100	0	0,00											
POTENCIA SIMULTANEA:			175.870 Kcal/h 204,50 KW														
Corresponde a Gasificación Grado:			3														
CAUDAL SIMULTANEO:			18,51 m³/h														
EDIFICIO			1														
COEFICIENTE SIMULTANEIDAD:			S2= 1														
CAUDAL MAXIMO DE SIMULTANEIDAD ΣQsc =			18,51 m³/h														
ARMARIO DE REGULACION:																	
No necesario	Ancho	Alto	Fondo														
Dimensiones (mm)	-	-	-														
MATERIAL DE LA TUBERIA =																	
(Indicar el numero que corresponda)																	
1 Acero																	
2 Cobre (solo interior)																	
3 PE/plastico																	
En acometida			3														
En distribucion a viv.			3														
En distribucion interior			2														
CONTADOR			G-16														
Potencia simultánea máxima total:																	
Psc= Qsc x PCS =			175.870 Kcal/h														
AMPLIACIÓN																	
DIAMETROS ACOMETIDA - CALDERA AMPLIACIÓN																	
	TRAMO	Caudal Simult (m³N/h)	L real total tramo	L tramo vertical (neg si ascendente)	L equiv	Pres.Inicial Absoluta (mbar)	Δpres máx en tramo (mbar)	Diametro teórico de cálculo	Diametro comercial adoptado	Denomin acion tubo	Perdida Carga real (mbar)	Empuje por desnivel (mbar)	Pres final tramo (mbar)	P.F. Abs (bar)	Velocidad m/s	Comproba cion velocidad	Comprobac ión presiones
ACOMETIDA	1	18,51	50,00	0	60	50,00	25,00	26,31	40,00	2"	3,32	0,00	46,68	1,0599	3,86	ADMISIBLE	ADMISIBLE

Capacidades y dimensiones características de los contadores de paredes deformables

Contador (denom. G)	Distancia entre ejes (mm)	Altura máxima (mm)	Conexiones	Caudal máximo m³(n)/h	Caudal mínimo m³(n)/h
G-4	160	305	G 7/8" <sup>(1)</sup>	6	0,04
G-6	250	350	G 1 1/4" <sup>(1)</sup>	10	0,06
G-16	<sup>(2)</sup>	420	G 2" <sup>(1)</sup>	25	0,16
G-25	<sup>(2)</sup>	510	G 2 1/2" <sup>(1)</sup>	40	0,25
G-40	<sup>(2)</sup>	660	DN 65 <sup>(2)</sup>	65	0,40
G-65	<sup>(2)</sup>	860	DN 80 <sup>(2)</sup>	100	0,65
G-100	<sup>(2)</sup>	940	DN 100 <sup>(2)</sup>	160	1
G-160	<sup>(2)</sup>	1.120	DN 150 <sup>(2)</sup>	250	1,6

<sup>(1)</sup> Conexión roscada según norma ISO 228.  
<sup>(2)</sup> Conexión por medio de bridas PN 10 según norma UNE 19.153 o DIN 2526.  
<sup>(3)</sup> Distancia no prescrita por norma.

## **8.5.-Sala de Calderas.**

El local destinado a la sala de calderas cumplirá con todas las prescripciones que para este tipo de locales ordena la Norma UNE 60601-2006.

### **8.5.1. Ventilación superior.**

La ventilación superior se realizará mediante orificio para lo cual será exigible una superficie mínima efectiva de:

Donde:

A es la superficie en planta de la sala de calderas [m2]

Svs es la superficie efectiva del orificio para ventilación superior.

La sección total Svs debe tener como mínimo un área de 250 cm2.

Se colocará en la parte superior de la pared de la puerta y la evacuación del aire interior de la sala al aire libre, directamente, de forma que la distancia de su borde inferior al techo no sea mayor que 30 cm.

La rejilla seleccionada es de 300x300.

### **8.5.2. Ventilación Inferior.**

Se prevé una adecuada entrada de aire para la perfecta combustión del gas en los quemadores y para la ventilación general del local o recinto.

Dicha entrada de aire, así como la ventilación, se la conseguimos por medio de orificios en contacto con el aire libre.

La entrada de aire para ventilación inferior se realizará de forma natural por orificio que tomará aire del exterior, de tal manera que la admisión de aire a la sala cumpla con que su parte superior diste como máximo a 0,50 m por encima del nivel del suelo y por lo menos 0,50 m de cualquier otra abertura practicada en el cuarto de calderas.

La sección vendrá dada mediante la expresión:

$$S_{vi}=5 \cdot P = 5 \cdot (204,5 \text{ kW})=1022,5 \text{ cm}^2.$$

Donde:

Svi es la superficie efectiva del orificio para combustión y ventilación inferior [cm2]

5 cm2 por kW potencia nominal

P es la potencia nominal total [kW]

La rejilla seleccionada es de 600x350.

---

## **9.- Instalación de Ventilación**

### **9.1.- Memoria de Ventilación**

El edificio objeto del proyecto dispondrá de una instalación de ventilación y renovación de aire.

Se plantea un sistema dotado de las siguientes características mediante Sistemas Integrados para el Ahorro de la Ventilación (SIAV).

Se dispondrá de una instalación de renovación de aire, distribuyendo la ventilación en las distintas estancias mediante conductos de fibra de vidrio, difusores y rejillas de extracción a través del falso techo.

Con motivo de reducir los costes energéticos y de implantación de la ventilación, nos acogemos a la posibilidad de aplicar el diseño de la ventilación por el método de Calidad de Aire Percibido de acuerdo con el RITE.

Según el RITE este tipo de Edificio según su utilización debe tener la siguiente clasificación de Calidad del Aire Interior:

Aulas de Primaria:

Clase IDA 2

Pista deportiva:

Clase IDA 3

### **9.2.- Descripción de la instalación de ventilación.**

Se dispondrá de cinco Sistemas Integrados de Ahorro de la Ventilación (SIAV 2524), uno para el gimnasio, dos por planta ubicados en los pasillos y otro SIAV 2516, también ubicado en el pasillo, para el aula 13 y el aula PG.

Los conductos irán ubicados en falsas vigas situadas por el perímetro de las aulas.

Los conductos de impulsión y retorno en el acceso a las aulas desde el pasillo disponen de alturas reducidas debido a la existencia de un HE 320 B. Dichos conductos deberán salvar dicha viga.

La instalación de ventilación aportará el caudal necesario para mantener una calidad del aire necesaria para cumplir los requerimientos del RITE teniendo en cuenta la Calidad del Aire Percibido.

### **9.3.- Cálculos justificativos.**

La ocupación considerada para las distintas estancias, es la marcada por el proyecto.

El caudal de aire exterior mínimo de ventilación se puede calcular de acuerdo con diversos procedimientos:

- Caudal de aire exterior por persona.
- Caudal de aire exterior basado en la calidad del aire percibido.
- Caudal de aire exterior basado en la concentración de dióxido de carbono.
- Caudal de aire exterior por superficie.

Para el caso que nos ocupa y para lograr la mejor calidad de aire posible, con el menor caudal de aire primario y la mejor ventilación posible utilizaremos el Método Directo por Calidad de Aire Percibido.

### **9.4.- Método Directo por Calidad del Aire Percibido**

Este método está basado en el informe CR 1752 (método olfativo) desarrollado principalmente por el profesor P. O. Fanger y su grupo de trabajo. Las conclusiones han sido aceptadas por la Comisión de la Comunidad Europea/Dirección General para la Ciencia, la Investigación y el Desarrollo, y han sido publicados con el título Guidelines for ventilation requirements in buildings.

En la norma UNE EN 13779 se han solventado algunos de estos defectos permitiendo más flexibilidad al método tradicional de determinación de caudales de ventilación requeridos.

Para esto desarrollaron dos nuevas unidades de medida olf y decipol



**Olf** (del latín olfactus) es la tasa de emisión de los contaminantes producidos por una persona estándar, adulta, (denominados bioefluentes) que trabaja en una oficina o en un puesto de trabajo de tipo no industrial, sedentario, en un ambiente térmico neutro, y con un nivel de higiene personal equivalente a 0,7 baños al día.

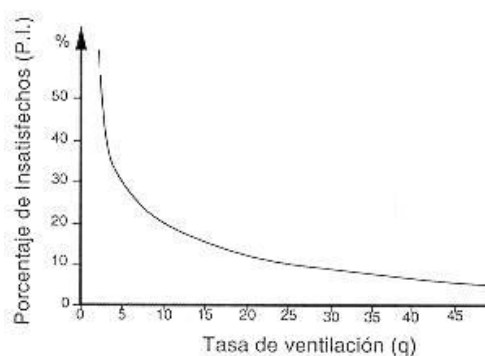


Figura 1.1

Fanger realizó estudios de campo con un gran número de personas que alojaba en entornos ventilados a diferentes tasas haciendo entrar a un panel de “olores” al cabo de un cierto tiempo, preguntándoles si la calidad del aire interior les parecía aceptable.

Conociendo el número de personas y la tasa de ventilación fue capaz de desarrollar la gráfica presentada en la figura 1.1, que representa el porcentaje de personas que se declaran insatisfechas en un entorno ventilado con la tasa correspondiente.

**Decipol** (del latín pollutio) es la unidad de medida de la calidad del aire percibida y se define como la contaminación causada por una persona estándar (1 olf) con una tasa de ventilación de 10 l/s de aire no contaminado.

$$1 \text{ decipol} = 0,1 \text{ olf}/(\text{l/s})$$

El decipol es directamente proporcional a la tasa de emisión de contaminantes e inversamente a la dilución originada por la ventilación.

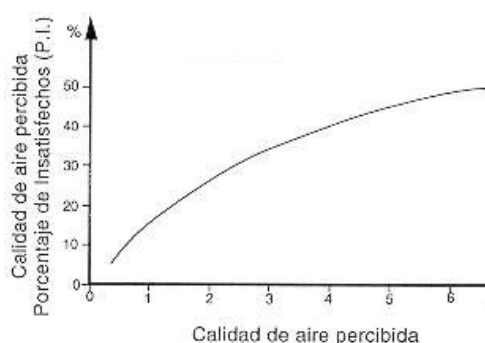


Figura 1.2

La figura 1.2 representa los mismos datos que la figura 1.1, pero en términos de decipol frente al porcentaje de insatisfechos.

La técnica para la determinación de caudales de ventilación se basa en la denominada carga sensorial de contaminación producida por los ocupantes y los otros focos de contaminación, con lo que introduce un factor diferencial importante respecto de las técnicas clásicas que sólo consideraban los ocupantes como emisores de polución.

Se trata de calcular los dos focos principales: personas y materiales y tener en consideración la calidad percibida del aire exterior.

En cuanto a la carga sensorial aportada por las personas se pueden emplear los siguientes valores, siempre basados en datos experimentales aportados por Fanger:

Tasa de actividad	% fumadores (*)	Carga sensorial olf/ocupante
Sedentarios 1 a 1,2 met**	0 %	1
	20 %	2
	40 %	3
	100%	6
Ligera hasta 3 met	0 %	4
Moderada hasta 6 met		10
Alta (ejercicio físico) hasta 10 met		20
Guarderías (3 a 6 años) 2,7 met	No aplicable	1,2
Escuelas (14 a 16 años) 1,2 met		1,3
(*) Consumo promedio de 1,2 cigarrillos/hora		
(**) Medida del metabolismo (mide la energía consumida)		

En cuanto a la carga sensorial aportada por el edificio se pueden emplear los siguientes datos:

Tipo de edificio	Carga sensorial olf/m <sup>2</sup>	
	Promedio	Rango (*)
Oficinas convencionales	0,3	0,02 - 0,95
Edificios poco contaminantes (por	-	0,05 - 0,1

ejemplo con materiales de baja emisión certificada)		
Escuelas	0,3	0,12 – 0,54
Guarderías	0,4	0,20 – 0,74
Salón de actos	0,5	0,13 – 1,32

(\*) Datos obtenidos experimentalmente

Por último en cuanto al aire exterior.

Tipo de entorno	Calidad del aire percibida	Ejemplos de indicadores de contaminación (*)		
	Estimación Decipol	CO mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>
Entorno rural no contaminado	0	0-0,2	2	1
Entorno con contaminación ligera	<0,1	1-2	5-20	5-20
Entorno con contaminación elevada	>0,5	4-6	50-80	50-100

(\*) Valores promedio anuales

La norma UNE EN 13779 incluye en su sección 5.2.5.3 Clasificación de la calidad del aire interior por la calidad de aire percibida en decipols, la siguiente tabla:

Categoría	Calidad del aire interior percibida en decipols	
	Intervalo típico	Valor por defecto
IDA 1	≤ 1,0	0,8
IDA 2	1,0 – 1,4	1,2
IDA 3	1,4 – 2,5	2
IDA 4	> 2,5	3

#### 9.5.- Cálculo de la ventilación:

A continuación indicamos el cálculo de las necesidades de ventilación.

Se considera el edificio construido con materiales convencionales con las siguientes superficies y ocupación estimada:

Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

Planta	Descripción	Ocupación	Superficie (m <sup>2</sup> )	IDA
Baja	Aula 1	31	50,17	2
Baja	Aula 2	31	50,17	2
Baja	Aula 3	31	50	2
Baja	Aula 4	31	50	2
Baja	Aula 5	31	50,17	2
Baja	Aula 6	31	50,19	2

Planta	Descripción	Ocupación	Superficie (m <sup>2</sup> )	IDA
Primera	Aula 7	31	50	2
Primera	Aula 8	31	50,17	2
Primera	Aula 9	31	50,19	2
Primera	Aula 10	31	50	2
Primera	Aula 11	31	50,17	2
Primera	Aula 12	31	50,19	2
Primera	Aula 13	31	50,19	2
Primera	Aula PG	13	25,88	2
	Gimnasio	51	458,72	3
	D. Profesor	1	9,76	3

**OCUPACIÓN TOTAL: 468**

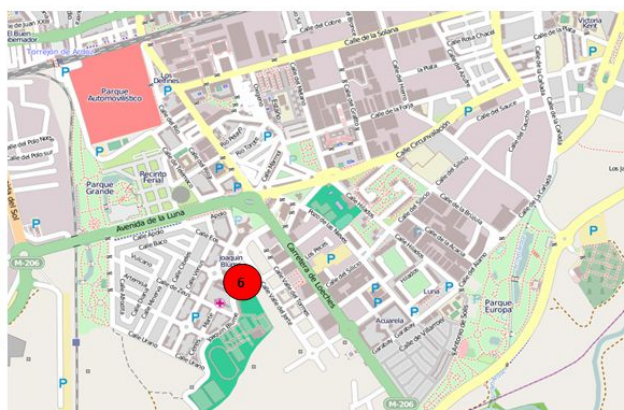
**SUPERFICIE TOTAL: 1145,95m<sup>2</sup>**

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

El Edificio se encuentra localizado en Coslada, Madrid.

**ESTACION DE TORREJON (6)**

CONTAMINACION ATMOSFERICA EN MADRID AÑO 2010		Nº DIAS SUPERADO
PM10 (µg/m³)	37	65
SO2		
NO2	25	-
O3	1	0
NIVEL DE ODA PROMEDIO		
<b>ODA 3</b>		
VALOR DE REFERENCIA		
PM 10 (µg/m³)	40	35
SO2 (µg/m³)	20	3
NO2 (µg/m³)	40	18
O3 (µg/m³)	120	25



Contaminantes		2005	2006	2007	2008	2010
NO2	Valor Limite Legal	50 µg/m³	48 µg/m³	46 µg/m³	42 µg/m³	40 µg/m³
	Promedio real	µg/m³	µg/m³	22 µg/m³	39 µg/m³	25 µg/m³
PM10	Valor Limite Legal	40 µg/m³	40 µg/m³	40 µg/m³	41,6 µg/m³	40 µg/m³
	Promedio real	µg/m³	µg/m³	46 µg/m³	57 µg/m³	37 µg/m³
<b>ODA</b>				<b>ODA 3</b>	<b>ODA 3</b>	<b>ODA 3</b>

NOTA: ODA 3 POR NÚMERO DE DÍAS SUPERADOS

La concentración de NO<sub>2</sub> de la zona es de 25 µg/m<sup>3</sup>, de acuerdo con la estación de medición de Torrejón, la más cercana de la red de medición de la Comunidad de Madrid.

### **Fórmulas de cálculo**

La ecuación general aplicable a la determinación de caudales de ventilación por C.A.P. (cantidad de aire percibida):

$$Q = \frac{G}{C_{int} - C_{ext}} \times Ep$$

Para realizar los cálculos de acuerdo a la calidad del aire percibido, esta fórmula debe ser modificada como sigue:

$$Q = 10 \times \frac{Go}{C_{api} - C_{ape}} \times Ep$$

Donde:

Go = Carga sensorial total en olf

Capi= Calidad del aire interior percibida en decipol

Cape= Calidad del aire exterior percibida en decipol

Ep= Ratio de eficacia de purificación

Se incluye el factor 10 por la conversión de olf a decipol

### **Reducción de carga sensorial debida a la Eficacia de la purificación.**

Para lograr la reducción de la carga sensorial se utiliza el concepto de los sumideros de contaminación (DITE Calidad de Aire, Atecyr 2006). En este caso, se estima utilizar el sistema de purificación de aire SIAV que tiene una eficiencia probada del 92% (ver Anexo II), con lo que la carga sensorial disminuye notablemente.

Así mismo, debemos tener en cuenta la eficacia de la ventilación, al tratarse de un sistema de mezcla diferencial de temperatura aproximado de 2 a 5°C, tendremos una Ev de 0,8.

Principio de ventilación	Diferencia de temperaturas entre suministro de aire y zona respiratoria (ts-ti) °C	Eficacia de la ventilación
Ventilación por mezcla 	< 0 0 - 2 2 - 5 > 5	0,9 - 1,0 0,9 0,8 0,4 - 0,7
Ventilación por mezcla 	< 5 0 - 5 > 0	0,9 0,9 - 1,0 1,0
Ventilación por desplazamiento 	> 2 0 - 2 < 0	0,2 - 0,7 0,7 - 0,9 1,2 - 1,4

Por lo que podemos calcular lo siguiente:

$$Q = 10x \frac{Go}{C_{api} - C_{ape}} x \frac{1}{Ev} = 10x \frac{Go \cdot Ep}{C_{api} - C_{ape}} x \frac{1}{Ev}$$

Ep = Eficacia del sistema de purificación = 92% = 0,08

Ev = Eficacia de la ventilación = 0,8

Con lo que tendremos:

$$Q = 10x \frac{Go \cdot Ep}{C_{api} - C_{ape}} x \frac{1}{Ev} = 10x \frac{Go \cdot 0,08}{C_{api} - C_{ape}} x \frac{1}{0,8}$$

Simplificando:

$$Q = 10x \frac{Go \cdot Ep}{C_{api} - C_{ape}} x \frac{1}{Ev} = 10x \frac{Go}{C_{api} - C_{ape}} x 0,1$$

Por lo tanto, la utilización de sistemas de purificación (sumideros de contaminación) que reduzcan la carga sensorial implicará una reducción de los

caudales de aire primario de ventilación. Esto redundará en menores costes energéticos y una mejora de la calidad del aire.

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

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

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

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

### **Resultados:**

Se debe alcanzar una calidad del aire interior media IDA 2 tal como exige el RITE (Tabla 8 Norma UNE EN 13779).

La carga sensorial total en olf es función de los factores siguientes:

Carga sensorial debida a los ocupantes:

- *Para actividad escolar corresponde 1 olf/ocupante.*
  - *416 ocupantes x 1 olf/ocupante = 416 olf*

Carga sensorial debida al edificio:

- *De acuerdo a la tipología del edificio se estiman 0,5 olf/m²*
  - *677,47 m² x 0,4 olf/m² = 271 olf*

Carga sensorial total: 687 olf

La calidad del aire exterior corresponde a ODA 3 por lo que se le asignan 0,7 decipol y para una IDA 2 calidad del aire interior percibida será 1,2 decipols.

$$Q = 10 \times \frac{Go}{C_{api} - C_{ape}} \times Ep = 10 \times \frac{687}{1,2 - 0,7} \times 0,1 = 1.374 \text{ l/s}$$

***De acuerdo a esta metodología en las aulas se requerirá un caudal de aire primario de 1374 l/s. El caudal de ventilación resultante es de 3,3 l/s-persona.***

- ***Gimnasio***

---

*Se debe alcanzar una calidad del aire interior media IDA 3 tal como exige el RITE (Tabla 8 Norma UNE EN 13779).*

*La carga sensorial total en olf es función de los factores siguientes:*

*Carga sensorial debida a los ocupantes:*

- *Para actividad sedentaria adulta corresponde 1,3 olf/ocupante.*
  - *52 ocupantes x 1,3 olf/ocupante = 156 olf*

*Carga sensorial debida al edificio:*

- *De acuerdo a la tipología del edificio se estiman 0,5 olf/m<sup>2</sup>*
  - *458,72 m<sup>2</sup> x 0,5 olf/m<sup>2</sup> = 229,36 olf*

*Carga sensorial total: 385,36 olf*

*La calidad del aire exterior corresponde a ODA 2 por lo que se le asignan 0,2 decipol y para una IDA 2 calidad del aire interior percibida será 1,2 decipols.*

*El ratio de reducción de contaminantes del SIAV es de 0,10 puesto que la combinación de filtros arroja unos valores de eliminación de contaminantes del 90%.*

$$Q = 10 \times \frac{Go}{C_{api} - C_{ape}} \times Ep = 10 \times \frac{385,36}{2 - 0,2} \times 0,10 = 214,08 \text{ l/s}$$

***De acuerdo a esta metodología en las aulas se requerirá un caudal de aire primario de 214,08 l/s. El caudal de ventilación resultante es de 1,37 l/s-persona.***

#### **9.6.- Instalación de Sistemas Integrados de Ahorro de la Ventilación**

Para que los SIAV tengan la eficacia anteriormente reseñada, se deben dimensionar para un número determinado de recirculaciones de aire (factor de recirculación). Este cálculo viene dado por los siguientes factores:

- Volumen del espacio a tratar.
- Caudal de aire Primario.
- Tasa de emisión de contaminantes.
  - Exterior



○ Interior

- Eficacia del sistema de filtración.

De acuerdo con los cálculos de requerimiento de aire primario de ventilación se deben instalar unidades SIAV que consigan los siguientes caudales:

- Caudal total de aire primario  $Q = 1374 \text{ l/s} = 4946,4 \text{ m}^3/\text{h}$

- Caudal de recirculación del SIAV

○ Para obtener valores de retención de contaminación del orden del 90%, los SIAV deben recircular el Aire teniendo en cuenta la calidad del Aire exterior ODA, interior IDA y el caudal de Aire primario, en este caso:

- Para ODA e IDA ,
  - Caudal de Aire total a tratar  $= 2,1 \times Q$
  - $Q \text{ total} = 2,1 \times 4946,4 = 10387,44 \text{ m}^3/\text{h}$

**Para lograr los citados caudales se instalarán 1 unidad SIAV modelo AL-25.16G y 4 unidades 25.24G de la marca AIRE LIMPIO capaces de aportar y procesar el aire necesario según el método de diseño de Calidad de Aire Percibido del RITE. La distribución de equipos se indica en el anexo IV de esta memoria.**

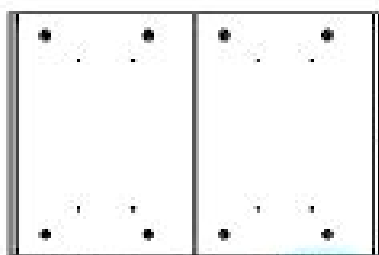
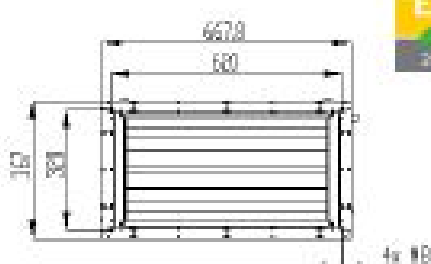
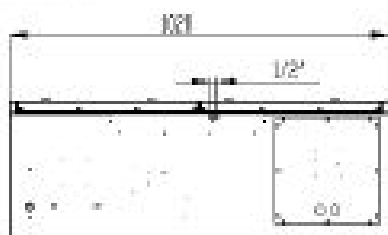
Los SIAV irán instalados en el falso techo, dando servicio de la siguiente manera:

- Impulsión de  $1600 \text{ m}^3/\text{h}$ .
  - Aire primario  $535 \text{ m}^3/\text{h}$
  - Aire de recirculación  $1065 \text{ m}^3/\text{h}$
- Impulsión de  $2400 \text{ m}^3/\text{h}$ .
  - Aire primario  $826 \text{ m}^3/\text{h}$
  - Aire de recirculación  $1574 \text{ m}^3/\text{h}$

- Conducción de aire hasta rejilla de impulsión.
- Retorno de aire: conducido mediante desde rejillas de retorno hasta el plenum trasero del equipo.
- Toma de aire primario en conducto circular de chapa galvanizada..

Los aseos, llevarán un sistema de extracción aparte.

### **Fichas técnicas de los equipos**

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS AL-25.16G****Dimensiones**

Suministro de Sistemas Integrados de Ahorro de la Ventilación (SIAV), marca AIRE LIMPIO, modelo AL-2516G con un caudal de 1.600m³/h regulable, provisto de transformador por pasos, dimensiones (largo/alto/ancho) 1.020/367/667mm, alimentación eléctrica 230V/1/50Hz. Filtro de Polarización activa V8 con eficiencia del 98% para partículas de 0.3 micras. Filtro Absoluto DOP HEPA H13 99.97%, filtro CPZ, caja de acero con aislamiento clase F e insonatización con posibilidad de ser instalado en cualquier posición, con puerta estanca de apertura superior o inferior, incluso todas las piezas y documentación.

**Características eléctricas**

Tensión/Voltaje (V/Fase/Hz)

230/1/50

Intensidad/Ampereaje (A)

4

Consumo (W)

900

**Tipo de aislamiento**

Aislamiento

Clase F

**Temperaturas de funcionamiento**

Temperatura ambiente máxima (°C)

50°C

**Características acústicas**

Potencia sonora (mín./máx.) (dB)

32/48

**Características de caudal**

Caudal de salida máxima (m³/h)

1.600

Presión estática máxima (Pa)

200

Regulación de caudal

Transformador por pasos

**Características físicas**

Dimensiones (largo/alto/ancho) (mm)

1.020/367/667

Peso (kg)

85

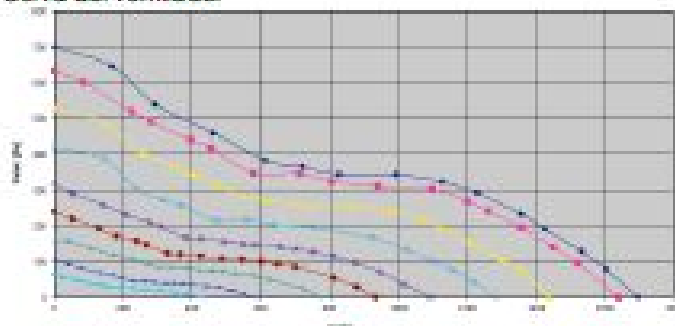
Filtros incluidos en el peso

**Batería de filtros estándar**

Filtro V8 de Polarización Activa con una eficiencia de 98% para partículas de 0.3 micras.

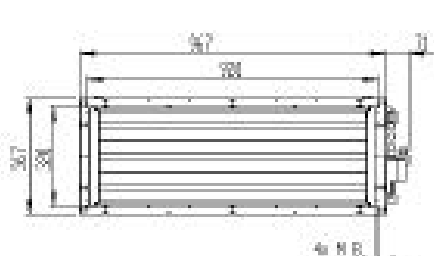
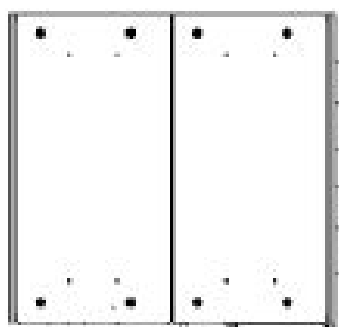
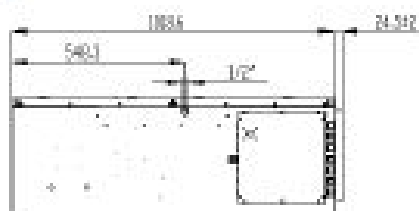
Filtro antipartículas DOP HEPA 99.97% 0.3 µ (H 13).

Filtroisorbente CPZ de eficacia 90% de gases y olores (Carbón Activo, Permanganato de Potasio y Zeolita).

**Curva del ventilador**

**aire  
limpio**

NOS IMPORTA EL AIRE QUE RESPIRAS

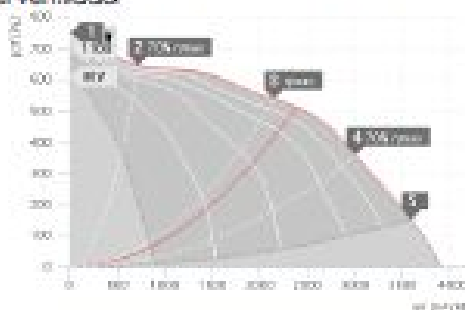
**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS AL-25.24G****Dimensiones**

Suministro de Sistemas Integrados de Ahorro de la Ventilación (SIAV), marca AIRE LIMPIO, modelo AL-25.24G con un caudal de 2.400m³/h regulable, provisto de variador de frecuencia, dimensiones (largo/alto/ ancho) 1.020/367/967mm, alimentación eléctrica 30V/1/50Hz. Filtro de Polarización activa V8 con eficiencia del 98% para partículas de 0.3 micras. Filtro Absoluta DOP HEPA H13 99.97%, filtro CP2, caja de acero con aislamiento clase F e insonorización con posibilidad de ser instalado en cualquier posición, con puerta estanca de apertura superior o inferior, incluso todas las piezas y documentación.

<b>Características eléctricas</b>	
Tensión/Voltaje (V/Fase/Hz)	230/1/50
Intensidad/Amperaje (A)	4,9
Consumo (W)	989
<b>Tipo de aislamiento</b>	
Aislamiento	Clase F
<b>Temperaturas de funcionamiento</b>	
Temperatura ambiente máxima (°C)	50°C
<b>Características acústicas</b>	
Potencia sonora (min/máx.) (dB)	30/48
<b>Características de caudal</b>	
Caudal de salida máximo (m³/h)	2.400
Presión estática máxima (Pa)	170
Regulación de caudal	Variador
<b>Características físicas</b>	
Dimensiones (largo/alto/ancho) (mm)	967/367/1.020
Peso (kg)	96
Filtros incluidos en el peso	

**Batería de filtros estándar**

<b>Filtro</b>	V8 de Polarización Activa con una eficiencia de 98% para partículas de 0.3 micras.
<b>Filtro antipartículas</b>	DOP HEPA 99.97% 0.3 µ (H 13).
<b>Filtro absorbente</b>	CP2 de eficacia 90% de gases y olores (Carbón Activo, Permanganato de Potasio y Zeolita).

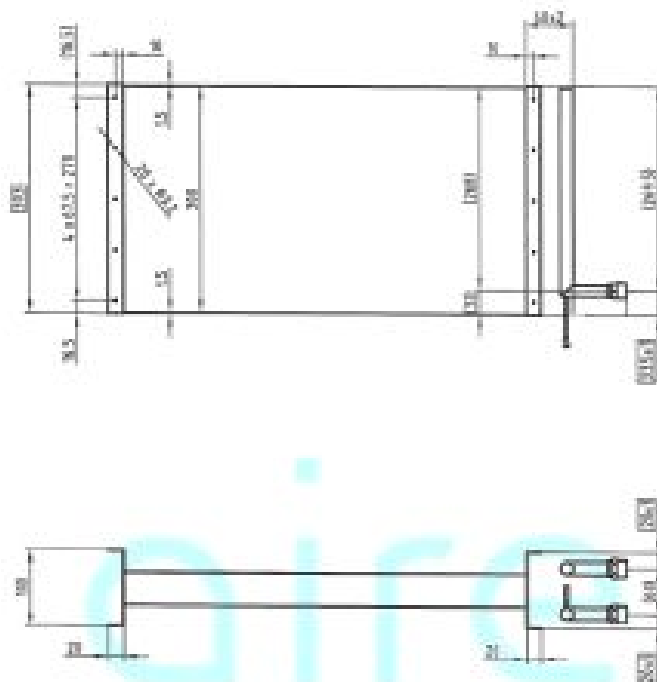
**Curva del ventilador**

**aire  
limpio**

NOSE IMPORTA EL AIRE QUE RESPIRAS

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS BATERÍAS DE CALOR SIAV<sup>1</sup>

### Dimensiones



MODELO SIAV	AL-25.08G	AL-25.16G	AL-25.24G
Longitud de la batería (mm)	613	667	967
Caudal de aire (m³/h)	800	1.600	2.400
Temperatura aire de entrada (°C)	16	16	16
Temperatura aire de salida (°C)	22	22	22
Capacidad nominal (kW)	3,4	3,4	6,4
Capacidad Máxima (kW)	0,4	8,3	13,6
Temperatura de entrada de agua (°C)	60	60	60
Temperatura de salida de agua (°C)	40	40	40
Caudal de agua (m³/h)	60	57	50
Caida de presión de agua (kPa)	0,07	0,14	0,28
Ratio de Glycol (%)	0	0	0
Conexiones	¾"	¾"	¾"

aire  
limpio

NO IMPORTA EL AIRE QUE RESPIRAS

<sup>1</sup> Las baterías de calefacción se suministran instaladas en el interior de los equipos. Las conexiones pueden solicitarse a derecha o izquierda tomando como referencia el aire dando en la cara.  
Para más información [www.airelimpio.com](http://www.airelimpio.com)

### **Filtración del aire exterior mínimo de ventilación.**

Los SIAV incluirán la siguiente batería de filtros:

Filtro de Polarización Activa V8 98% de eficacia según ASHRAE 52

Filtro absoluto DOP HEPA 99.97%

Filtro CPZ

La eficacia de estos filtros no solo cumple, si no que supera las exigencias de la I.T.1.1.4.2.4.

### **Aire de extracción**

En la página anterior de este proyecto, se especifican los caudales de servicio a cada una de cada uno de los SIAVs. Distinguiendo entre impulsión, aire primario y aire de recirculación.

El aire recirculado, en función del apartado 1 de la I.T.1.1.4.2.5, puede clasificarse como **AE1 (bajo nivel de contaminación)**: aire extraído de oficinas, aulas, salas de reuniones, locales comerciales sin emisiones, espacios de uso, escaleras y pasillos.

Por lo que tal y como se indica en el apartado 3 de la misma instrucción del RITE, puede ser retornado al local.

Por otro lado, la I.T.1.2.4.5.2 sobre recuperación de calor del aire de extracción indica que cuando el caudal de aire expulsado al exterior por medios mecánicos supera 0,5 m<sup>3</sup>/s (1.800 m<sup>3</sup>/h) la energía del aire expulsado ha de recuperarse.

El sistema introduce aire primario, lo mezcla con el aire extraído (AE1) y lo devuelve tratado, en función de las exigencias IDA/ODA del RITE. De esta forma el aire AE1 se convierte en caudal de recirculación no siendo expulsado al exterior, por lo que no se requiere de recuperación de calor.

### **Red de conductos**

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

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

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

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

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

### **Exigencias de calidad de ambiente acústico**

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

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

Los equipos, según características técnicas tienen una potencia sonora entre 32 y 48 dBs en función de la regulación. Los equipos se regularán para cumplir con la exigencia mencionada de 35dBs.

## **Mantenimiento**

Para mantener los niveles de Calidad de Aire, Ventilación y Ahorro Energético, los SIAV requieren de un mantenimiento periódico que consta una revisión y limpieza anual tal y como indica el RITE en la tabla 3.1. del apartado I.T.3.3 incluyendo la sustitución de filtros si se comprueba la necesidad y preventivamente, en caso de no sustituirse en esa visita la sustitución de filtros con la siguiente cadencia:

- |   |                      |                                     |
|---|----------------------|-------------------------------------|
| ✓ | Polarización Activa: | Cambio de consumible cada 18 meses. |
| ✓ | Filtro DOP HEPA H13: | Cambio cada 18 meses.               |
| ✓ | Filtro CPZ:          | Cambio cada 18 meses.               |



### 9.7.- Relación de caudales y temperatura de mezcla

Planta	Descripción	Caudal de aire primario calculado (m³/h)	Caudal de aire total calculado (m³/h)	Caudal de aire total instalado (m³/h)	Caudal de aire primario instalado (m³/h)	Caudal de aire de recirculación (m³/h)	SI AV	Temperatura de aire de mezcla (°C)
Baja	Aula 1	367,69	772,15	800	367,69	432,31	AL-25.24G	10,51
Baja	Aula 2	367,69	772,15	800	367,69	432,31		10,51
Baja	Aula 3	367,20	771,12	800	367,20	432,80		10,53
Baja	Aula 4	367,20	771,12	800	367,20	432,80		10,53
Baja	Aula 5	367,69	772,15	800	367,69	432,31	AL-25.24G	10,51
Baja	Aula 6	367,75	772,27	800	367,75	432,25		10,51
Primera	Aula 7	367,69	772,15	800	367,69	432,31	AL-25.24G	10,51
Primera	Aula 8	367,69	772,15	800	367,69	432,31		10,51
Primera	Aula 9	367,20	771,12	800	367,20	432,80		10,53
Primera	Aula 10	367,20	771,12	800	367,20	432,80	AL-25.24G	10,53
Primera	Aula 11	367,69	772,15	800	367,69	432,31		10,51
Primera	Aula 12	367,75	772,27	800	367,75	432,25		10,51
Primera	Aula 13	367,75	772,27	1000	367,75	632,25	AL-25.16G	12,81
Primera	Aula PG	168,13	353,08	600	168,13	431,87		14,99
	Gimnasio	764,72	2294,16	2300	764,72	1535,28	AL-25.24G	13,55
	D. Profesor	15,76	47,28	100	15,76	84,24		18,00

Cálculo de la temperatura de mezcla

Proyecto Básico, de Ejecución y Actividad de Ampliación del CEIP William Shakespeare de Coslada:

10 aulas de primaria, 3 desdoble, biblioteca, zona administrativa y gimnasio.

Coslada (Madrid).

---

$$T_F = \frac{V_r \cdot \Delta T_R}{V_T} - T_f$$

Siendo:

$V_r$  = Volumen de recirculación

$\Delta T_R$  = Diferencial de temperaturas ( $T^a$  interior- $T^a$  exterior mín)

$V_T$  = Volumen total

$T_f$  = Temperatura exterior mínima

Los resultados se obtienen de tomar como temperatura exterior mínima, -3,4°C para Madrid y 22°C de temperatura interior.

### 9.7.1. Distribución de Aire

#### Método de cálculo

Las fórmulas de cálculo que se han utilizado son las expuestas en el manual ASHRAE HANDBOOK . FUNDAMENTALS 1997 editado por la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. de las cuales reproducimos las más importantes:

#### Pérdidas de presión por fricción:

$$\Delta P_f = f \cdot \frac{L}{Dh} \cdot \frac{\rho v^2}{2} \quad \text{y utilizando la ecuación de Blasius}$$

$f = 0,173 \alpha \cdot Re^{-0.18} \cdot Dh^{-0.04}$  se obtiene la ecuación para el aire húmedo:

$$\Delta P_f = \alpha \cdot 14,1 \cdot 10^{-3} \cdot L \cdot \frac{v^{1,82}}{Dh^{1,22}}$$

Esta ecuación es válida para temperaturas comprendidas entre 15° y 40°, presiones inferiores a la correspondiente a una altitud de 1000 m. Y humedades relativas comprendidas entre 0% y 90%.

Siendo:

$\Delta P_f$ : Pérdidas de presión por fricción en Pa.

$f$ : Factor de fricción (adimensional).

$\epsilon$ :: Rugosidad absoluta del material en mm.

$Dh$ : Diámetro hidráulico en m.

$v$ : Velocidad en m/s.

$Re$ : Número de Reynolds (adimensional).

$L$ : Longitud total en m.

$\alpha$ : Factor que depende del material utilizado (adimensional).

#### Pérdidas de presión por singularidades:

$$\Delta P_s = Co \cdot \frac{\rho v^2}{2}$$

Siendo:

$\Delta P_s$ : Pérdidas de presión por singularidades en Pa.

$Co$ : coeficiente de pérdida dinámica (adimensional).

$v$ : Velocidad en m/s.

$\rho$ : Densidad del aire húmedo  $\text{kg/m}^3$ .

Los coeficientes  $C_o$  de pérdida de carga dinámica se tienen tabulados para los distintos tipos de accesorios normalmente utilizados en las redes de conductos.

#### Métodos de dimensionamiento:

El circuito de impulsión se ha 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 y la ganancia de presión debida a la reducción de la velocidad desde el ventilador hasta el final de éste tramo.

#### **Dimensiones Seleccionadas Siav 1-3**

##### Características Impulsión

Caudal de aspiración y descarga: 2.400,0  $\text{m}^3/\text{h}$ .

Presión estática necesaria: 26,9 Pa.

Presión total necesaria: 45,5 Pa.

Temperatura del aire en los conductos: 20,0  $^{\circ}\text{C}$ .

Velocidad de descarga: 5,56 m/s.

##### Características Retorno

Caudal de aspiración y descarga: 2.400,0  $\text{m}^3/\text{h}$ .

Presión estática necesaria: 20,7 Pa.

Presión total necesaria: 33,3 Pa.

Temperatura del aire en los conductos: 20,0 °C.

Velocidad de descarga: 5,56 m/s.

#### **Dimensiones Seleccionadas Siav 2-4**

##### Características Impulsión

Caudal de aspiración y descarga: 2.400,0 m³/h.

Presión estática necesaria: 13,4 Pa.

Presión total necesaria: 32,0 Pa.

Temperatura del aire en los conductos: 20,0 °C.

Velocidad de descarga: 5,56 m/s.

##### Características Retorno

Caudal de aspiración y descarga: 2.400,0 m³/h.

Presión estática necesaria: 23,2 Pa.

Presión total necesaria: 41,8 Pa.

Temperatura del aire en los conductos: 20,0 °C.

Velocidad de descarga: 5,56 m/s.

#### **Dimensiones Seleccionadas Siav 5**

##### Características Impulsión

Caudal de aspiración y descarga: 1.600,0 m³/h.

Presión estática necesaria: 21,6 Pa.

Presión total necesaria: 42,7 Pa.

Temperatura del aire en los conductos: 20,0 °C.

Velocidad de descarga: 5,93 m/s.

##### Características Retorno

Caudal de aspiración y descarga: 1.600,0 m³/h.

Presión estática necesaria: 14,4 Pa.

Presión total necesaria: 35,5 Pa.

Temperatura del aire en los conductos: 20,0 °C.

Velocidad de descarga: 5,93 m/s.

### **Dimensiones Seleccionadas Siav 6**

#### Características Impulsión

Caudal de aspiración y descarga: 2400,0 m³/h.

Presión estática necesaria: 117,0 Pa.

Presión total necesaria: 134,0 Pa.

Temperatura del aire en los conductos: 20,0 °C.

Velocidad de descarga: 5,31 m/s.

#### Características Retorno

Caudal de aspiración y descarga: 2.400,0 m³/h.

Presión estática necesaria: 116,6 Pa.

Presión total necesaria: 123,5 Pa.

Temperatura del aire en los conductos: 20,0 °C.

Velocidad de descarga: 3,4 m/s.

### **9.7.2. Cálculo de las redes de conductos**

## IMPULSIÓN SIAV 1-3

### DETALLE DEL CÁLCULO DE LAS UNIDADES TERMINALES

IMPULSIÓN Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. (m³/h)	Q real (m³/h)	Nivel s. (dBA)	S Ent. (m²)	V Sal. (m/s)	ΔPs (Pa)	ΔPb (Pa)	ΔPe (Pa)	ΔPc (Pa)	ΔPv (Pa)
Boca impulsión [5]	12"	400,0	400,0	17,5	0,073	3,00	5,7	6,8	10,4	0,3	45,5
Boca impulsión [7]	12"	400,0	400,0	17,5	0,073	3,00	5,7	6,8	9,8	0,3	45,5
Boca impulsión [10]	12"	400,0	400,0	17,5	0,073	3,00	5,7	6,8	3,6	0,3	45,5
Boca impulsión [13]	12"	400,0	400,0	17,5	0,073	3,00	5,7	6,8	0,0	0,3	45,5
Boca impulsión [14]	12"	400,0	400,0	17,5	0,073	3,00	5,7	6,8	3,3	0,3	45,5
Boca impulsión [15]	12"	400,0	400,0	17,5	0,073	3,00	5,7	6,8	8,4	0,3	45,5

Ø eqv.: Diámetro del conducto circular equivalente;  
 Long.: Longitud de conducto recto;  
 Leqv.: Longitud equivalente de conducto recto debida a las transformaciones y codos;  
 Δ Ps.: Pérdida de presión en los accesorios y singularidades;  
 Δ Pf.: Pérdida de presión por fricción;  
 Δ P: Pérdida de presión total en el conducto;  
 Pt. final: Presión total al final del conducto.

### DETALLE DEL CÁLCULO DE LOS CONDUCTOS

IMPULSIÓN Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área (m²)	Ø eqv. (mm)	Long (m)	Leqv. (m)	Caudal (m³/h)	Velc. (m/s)	ΔPs. (Pa)	ΔPf. (Pa)	ΔPt. (Pa)	Pt. final (Pa)
Conducto [1-2]	400x300	0,120	377	1,30	0,00	2.400,0	5,56	0,0	1,3	1,3	44,2
Conducto [2-3]	400x300	0,120	377	1,28	3,60	2.400,0	5,56	3,6	1,3	4,8	39,4
Conducto [3-4]	300x100	0,030	183	2,10	4,28	400,0	3,70	5,6	2,7	8,3	31,1
Conducto [4-5]	300x75	0,022	155	1,46	1,28	400,0	4,94	3,7	4,2	7,9	23,1
Conducto [3-6]	400x300	0,120	377	2,10	6,52	2.000,0	4,63	4,6	1,5	6,1	33,2
Conducto [6-7]	300x75	0,022	155	1,46	2,24	400,0	4,94	6,5	4,2	10,7	22,5
Conducto [6-8]	400x250	0,100	343	3,41	-0,51	1.600,0	4,44	-0,4	2,6	2,2	31,0
Conducto [8-9]	300x250	0,075	299	4,20	-0,19	1.200,0	4,44	-0,2	3,7	3,5	27,5
Conducto [9-10]	300x75	0,022	155	1,46	2,41	400,0	4,94	7,0	4,2	11,2	16,3
Conducto [9-11]	300x250	0,075	299	3,41	-0,34	800,0	2,96	-0,1	1,4	1,3	26,2
Conducto [11-12]	300x100	0,030	183	4,20	0,07	400,0	3,70	0,1	5,5	5,6	20,7
Conducto [12-13]	300x75	0,022	155	1,46	1,28	400,0	4,94	3,7	4,2	7,9	12,8
Conducto [11-14]	300x75	0,022	155	1,46	2,05	400,0	4,94	5,9	4,2	10,1	16,1
Conducto [8-15]	300x75	0,022	155	1,46	1,94	400,0	4,94	5,6	4,2	9,8	21,2

Ø eqv.:	Diámetro del conducto circular equivalente;
Long.:	Longitud de conducto recto;
Leqv.:	Longitud equivalente de conducto recto debida a las transformaciones y codos;
Δ Ps.:	Pérdida de presión en los accesorios y singularidades;
Δ Pf.:	Pérdida de presión por fricción;
Δ P:	Pérdida de presión total en el conducto;
Pt. final:	Presión total al final del conducto.



## RETORNO SIAV 1-3

### DETAL

RETORNO Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. (m³/h)	Q real (m³/h)	Nivel s. (dBA)	S Ent. (m²)	V Sal. (m/s)	ΔPs (Pa)	ΔPb (Pa)	ΔPe (Pa)	ΔPc (Pa)	ΔPv (Pa)
Boca retorno [7]	300x150	215,0	215,0	15,9	0,045	2,12	0,8	5,8	20,8	0,0	39,3
Boca retorno [8]	400x300	1.110,0	1.109,9	24,1	0,120	3,22	6,4	11,9	0,0	0,1	39,3
Boca retorno [15]	300x150	215,0	215,0	15,9	0,045	2,12	0,8	5,8	18,3	0,0	39,3
Boca retorno [22]	300x150	215,0	215,0	15,9	0,045	2,12	0,8	5,8	10,8	0,0	39,3
Boca retorno [29]	300x150	215,0	215,0	15,9	0,045	2,12	0,8	5,8	7,0	0,0	39,3
Boca retorno [34]	300x150	215,0	215,0	15,9	0,045	2,12	0,8	5,8	11,0	0,0	39,3
Boca retorno [39]	300x150	215,0	215,0	15,9	0,045	2,12	0,8	5,8	14,7	0,0	39,3

### LE DEL CÁLCULO DE LAS UNIDADES TERMINALES

Q Nom.:	Caudal nominal;
Q real:	Caudal real;
Nivel s.:	Nivel sonoro;
S Ent.:	Sección a la entrada;
V Sal.:	Velocidad a la salida;
Δ Ps:	Pérdida de presión en las transformaciones de conexión;
Δ Pb:	Pérdida de presión en la boca;
Δ Pc:	Pérdida de presión en el conducto de conexión;
Δ Pe.:	Pérdida de presión provocada en la compuerta para el equilibrado del sistema;
Δ Pv:	Presión total necesaria desde el ventilador.

## DETALLE DEL CÁLCULO DE LOS CONDUCTOS

RETORNO Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área (m²)	Deqv. (mm)	Long (m)	Leqv. (m)	Caudal (m³/h)	Velc. (m/s)	ΔPs. (Pa)	ΔPf. (Pa)	ΔPt. (Pa)	Pt. final (Pa)
Conducto [1-2]	400x300	0,120	377	1,47	0,00	2.400,0	5,56	0,0	1,5	1,5	37,8
Conducto [2-3]	300x200	0,060	266	1,24	2,33	1.324,9	6,13	4,3	2,3	6,5	31,3
Conducto [3-4]	800x75	0,060	231	1,00	0,00	1.324,9	6,13	0,0	3,6	3,6	27,6
Conducto [4-5]	300x300	0,090	328	5,96	0,67	1.324,9	4,09	0,4	4,0	4,4	23,2
Conducto [5-6]	300x100	0,030	183	1,33	-13,69	215,0	1,99	-5,8	0,6	-5,2	28,4
Conducto [6-7]	300x100	0,030	183	0,66	1,53	215,0	1,99	0,6	0,3	0,9	27,5
Conducto [5-8]	300x200	0,060	266	0,60	3,00	1.109,9	5,14	4,0	0,8	4,8	18,4
Conducto [2-9]	300x300	0,090	328	1,04	6,09	1.075,1	3,32	2,8	0,5	3,3	34,6
Conducto [9-10]	300x300	0,090	328	6,46	2,66	1.075,1	3,32	1,2	3,0	4,2	30,4
Conducto [10-11]	300x100	0,030	183	2,28	-3,68	215,0	1,99	-1,5	1,0	-0,6	31,0
Conducto [11-12]	300x75	0,022	155	1,00	0,57	215,0	2,65	0,5	0,9	1,5	29,5
Conducto [12-13]	300x100	0,030	183	5,96	0,21	215,0	1,99	0,1	2,5	2,6	26,9
Conducto [13-14]	300x100	0,030	183	0,96	1,53	215,0	1,99	0,6	0,4	1,0	25,9
Conducto [14-15]	300x100	0,030	183	0,66	1,53	215,0	1,99	0,6	0,3	0,9	24,9
Conducto [10-16]	400x250	0,100	343	1,50	6,88	860,1	2,39	1,7	0,4	2,0	28,3
Conducto [16-17]	300x250	0,075	299	6,09	3,25	645,1	2,39	0,9	1,7	2,6	25,7
Conducto [17-18]	300x100	0,030	183	2,28	3,02	215,0	1,99	1,3	1,0	2,2	23,5
Conducto [18-19]	300x75	0,022	155	1,00	0,57	215,0	2,65	0,5	0,9	1,5	22,0
Conducto [19-20]	300x100	0,030	183	5,96	0,21	215,0	1,99	0,1	2,5	2,6	19,4
Conducto [20-21]	300x100	0,030	183	0,93	1,53	215,0	1,99	0,6	0,4	1,0	18,4
Conducto [21-22]	300x100	0,030	183	0,66	1,53	215,0	1,99	0,6	0,3	0,9	17,5
Conducto [17-23]	300x200	0,060	266	1,52	2,76	430,0	1,99	0,7	0,4	1,0	24,7
Conducto [23-24]	300x100	0,030	183	6,09	1,99	215,0	1,99	0,8	2,6	3,4	21,3
Conducto [24-25]	300x100	0,030	183	2,28	1,53	215,0	1,99	0,6	1,0	1,6	19,7
Conducto [25-26]	300x75	0,022	155	1,00	0,57	215,0	2,65	0,5	0,9	1,5	18,2
Conducto [26-27]	300x100	0,030	183	5,96	0,21	215,0	1,99	0,1	2,5	2,6	15,6
Conducto [27-28]	300x100	0,030	183	0,93	1,53	215,0	1,99	0,6	0,4	1,0	14,6
Conducto [28-29]	300x100	0,030	183	0,66	1,53	215,0	1,99	0,6	0,3	0,9	13,7
Conducto [23-30]	300x100	0,030	183	2,28	0,00	215,0	1,99	0,0	1,0	1,0	23,7
Conducto [30-31]	300x75	0,022	155	1,00	0,57	215,0	2,65	0,5	0,9	1,5	22,3
Conducto [31-32]	300x100	0,030	183	5,96	0,21	215,0	1,99	0,1	2,5	2,6	19,7
Conducto [32-33]	300x100	0,030	183	0,96	1,53	215,0	1,99	0,6	0,4	1,0	18,6
Conducto [33-34]	300x100	0,030	183	0,66	1,53	215,0	1,99	0,6	0,3	0,9	17,7

Conducto [16-35]	300x100	0,030	183	2,28	-0,16	215,0	1,99	-0,1	1,0	0,9	27,4
Conducto [35-36]	300x75	0,022	155	1,00	0,57	215,0	2,65	0,5	0,9	1,5	26,0
Conducto [36-37]	300x100	0,030	183	5,96	0,21	215,0	1,99	0,1	2,5	2,6	23,4
Conducto [37-38]	300x100	0,030	183	0,96	1,53	215,0	1,99	0,6	0,4	1,0	22,3
Conducto [38-39]	300x100	0,030	183	0,66	1,53	215,0	1,99	0,6	0,3	0,9	21,4

Ø eqv.: Diámetro del conducto circular equivalente;  
 Long.: Longitud de conducto recto;  
 Leqv.: Longitud equivalente de conducto recto debida a las transformaciones y codos;  
 Δ Ps.: Pérdida de presión en los accesorios y singularidades;  
 Δ Pf.: Pérdida de presión por fricción;  
 Δ P: Pérdida de presión total en el conducto;  
 Pt. final: Presión total al final del conducto.

## IMPULSIÓN SIAV2-4

### DETALLE DEL CÁLCULO DE LAS UNIDADES TERMINALES

IMPULSIÓN Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. (m³/h)	Q real (m³/h)	Nivel s. (dBA)	S Ent. (m²)	V Sal. (m/s)	ΔPs (Pa)	ΔPb (Pa)	ΔPe (Pa)	ΔPc (Pa)	ΔPv (Pa)
Boca impulsion [5]	12"	400,0	400,0	17,5	0,073	3,00	1,7	6,8	9,6	0,1	32,0
Boca impulsion [7]	12"	400,0	400,0	17,5	0,073	3,00	1,7	6,8	5,6	0,1	32,0
Boca impulsion [9]	12"	400,0	400,0	17,5	0,073	3,00	1,7	6,8	5,8	0,1	32,0
Boca impulsion [11]	12"	400,0	400,0	17,5	0,073	3,00	1,7	6,8	2,0	0,1	32,0
Boca impulsion [13]	12"	400,0	400,0	17,5	0,073	3,00	1,7	6,8	0,0	0,1	32,0
Boca impulsion [15]	12"	400,0	400,0	17,5	0,073	3,00	1,7	6,8	0,1	0,1	32,0

Q Nom.: Caudal nominal;  
 Q real: Caudal real;  
 Nivel s.: Nivel sonoro;  
 S Ent.: Sección a la entrada;  
 V Sal.: Velocidad a la salida;  
 Δ Ps: Pérdida de presión en las transformaciones de conexión;  
 Δ Pb: Pérdida de presión en la boca;  
 Δ Pc: Pérdida de presión en el conducto de conexión;  
 Δ Pe.: Pérdida de presión provocada en la compuerta para el equilibrado del sistema;  
 Δ Pv: Presión total necesaria desde el ventilador.

## DETALLE DEL CÁLCULO DE LOS CONDUCTOS

IMPULSIÓN Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área (m²)	Ø eqv. (mm)	Long (m)	Leqv. (m)	Caudal (m³/h)	Velc. (m/s)	ΔPs. (Pa)	ΔPf. (Pa)	ΔPt (Pa)	Pt. final (Pa)
Conducto [1-2]	400x300	0,120	377	0,97	0,00	2.400,0	5,56	0,0	1,0	1,0	31,0
Conducto [2-3]	600x150	0,090	310	1,02	0,48	2.400,0	7,41	1,2	2,6	3,9	27,2
Conducto [3-4]	500x300	0,150	420	1,16	6,24	2.400,0	4,44	3,7	0,7	4,4	22,8
Conducto [4-5]	200x200	0,040	218	0,56	7,92	400,0	2,78	4,3	0,3	4,6	18,2
Conducto [4-6]	400x300	0,120	377	4,20	0,36	2.000,0	4,63	0,3	3,0	3,2	19,5
Conducto [6-7]	200x200	0,040	218	0,56	9,35	400,0	2,78	5,1	0,3	5,4	14,1
Conducto [6-8]	400x300	0,120	377	3,41	-0,54	1.600,0	3,70	-0,3	1,6	1,4	18,2
Conducto [8-9]	200x200	0,040	218	0,56	6,46	400,0	2,78	3,5	0,3	3,8	14,3
Conducto [8-10]	300x250	0,075	299	4,20	-0,22	1.200,0	4,44	-0,2	3,7	3,5	14,7
Conducto [10-11]	200x200	0,040	218	0,56	7,07	400,0	2,78	3,8	0,3	4,1	10,5
Conducto [10-12]	300x200	0,060	266	3,41	-0,59	800,0	3,70	-0,4	2,5	2,1	12,6
Conducto [12-13]	200x200	0,040	218	0,56	6,89	400,0	2,78	3,7	0,3	4,0	8,6
Conducto [12-14]	200x200	0,040	218	4,20	0,81	400,0	2,78	0,4	2,3	2,7	9,9
Conducto [14-15]	200x200	0,040	218	0,56	1,68	400,0	2,78	0,9	0,3	1,2	8,7

Ø eqv.: Diámetro del conducto circular equivalente;  
 Long.: Longitud de conducto recto;  
 Leqv.: Longitud equivalente de conducto recto debida a las transformaciones y codos;  
 Δ Ps.: Pérdida de presión en los accesorios y singularidades;  
 Δ Pf.: Pérdida de presión por fricción;  
 Δ P: Pérdida de presión total en el conducto;  
 Pt. final: Presión total al final del conducto.

## RETORNO SIAV2-4

### DETALLE DEL CÁLCULO DE LAS UNIDADES TERMINALES

RETORNO Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. (m³/h)	Q real (m³/h)	Nivel s. (dBA)	S Ent. (m²)	V Sal. (m/s)	ΔPs (Pa)	ΔPb (Pa)	ΔPe (Pa)	ΔPc (Pa)	ΔPv (Pa)
Boca retorno [10]	300x150	215,0	215,0	15,9	0,045	2,12	0,8	5,8	18,1	0,0	41,8
Boca retorno [12]	300x150	215,0	215,0	15,9	0,045	2,12	0,8	5,8	13,1	0,0	41,8
Boca retorno [14]	300x150	215,0	215,0	15,9	0,045	2,12	0,8	5,8	5,4	0,0	41,8
Boca retorno [16]	300x150	215,0	215,0	15,9	0,045	2,12	0,8	5,8	3,0	0,0	41,8
Boca retorno [18]	300x150	215,0	215,0	15,9	0,045	2,12	0,8	5,8	0,0	0,0	41,8
Boca retorno [19]	300x150	215,0	215,0	15,9	0,045	2,12	0,8	5,8	23,0	0,0	41,8
Boca retorno [20]	400x300	1.110,0	1.110,0	24,1	0,120	3,22	3,4	11,9	17,9	0,1	41,8

Q Nom.: Caudal nominal;  
 Q real: Caudal real;  
 Nivel s.: Nivel sonoro;  
 S Ent.: Sección a la entrada;  
 V Sal.: Velocidad a la salida;  
 Δ Ps: Pérdida de presión en las transformaciones de conexión;  
 Δ Pb: Pérdida de presión en la boca;  
 Δ Pc: Pérdida de presión en el conducto de conexión;  
 Δ Pe.: Pérdida de presión provocada en la compuerta para el equilibrado del sistema;  
 Δ Pv: Presión total necesaria desde el ventilador.

## 2.1.2.- DETALLE DEL CÁLCULO DE LOS CONDUCTOS

RETORNO Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área (m²)	Deqv. (mm)	Long (m)	Leqv. (m)	Caudal (m³/h)	Velc. (m/s)	ΔPs. (Pa)	ΔPf. (Pa)	ΔPt. (Pa)	Pt. final (Pa)
Conducto [1-2]	400x300	0,120	377	0,97	0,00	2.400,0	5,56	0,0	1,0	1,0	40,8
Conducto [2-3]	400x300	0,120	377	1,49	-0,84	1.290,0	2,99	-0,3	0,5	0,2	40,6
Conducto [3-4]	400x300	0,120	377	2,29	3,43	1.290,0	2,99	1,1	0,7	1,8	38,8
Conducto [4-5]	500x150	0,075	287	1,10	3,02	1.290,0	4,78	3,7	1,3	5,0	33,7
Conducto [5-6]	500x150	0,075	287	1,10	2,60	1.290,0	4,78	3,2	1,3	4,5	29,2
Conducto [6-7]	400x300	0,120	377	3,44	0,78	1.290,0	2,99	0,3	1,1	1,4	27,9
Conducto [7-8]	400x300	0,120	377	1,33	3,43	1.290,0	2,99	1,1	0,4	1,5	26,3
Conducto [8-9]	300x300	0,090	328	4,20	3,52	1.075,0	3,32	1,6	1,9	3,5	22,8
Conducto [9-10]	200x150	0,030	189	0,66	-6,18	215,0	1,99	-2,2	0,2	-2,0	24,8
Conducto [9-11]	250x250	0,062	273	3,41	3,34	860,0	3,82	2,5	2,5	5,0	17,8
Conducto [11-12]	200x150	0,030	189	0,66	-6,26	215,0	1,99	-2,2	0,2	-2,0	19,8
Conducto [11-13]	250x200	0,050	244	4,20	3,37	645,0	3,58	2,6	3,2	5,7	12,1
Conducto [13-14]	200x150	0,030	189	0,66	-0,77	215,0	1,99	-0,3	0,2	0,0	12,1
Conducto [13-15]	250x200	0,050	244	3,41	2,30	430,0	2,39	0,8	1,2	2,1	10,0
Conducto [15-16]	200x150	0,030	189	0,66	0,25	215,0	1,99	0,1	0,2	0,3	9,7
Conducto [15-17]	200x150	0,030	189	4,18	2,83	215,0	1,99	1,0	1,5	2,5	7,5
Conducto [17-18]	200x150	0,030	189	0,66	1,57	215,0	1,99	0,6	0,2	0,8	6,7
Conducto [8-19]	200x150	0,030	189	0,66	-10,01	215,0	1,99	-3,6	0,2	-3,3	29,7
Conducto [2-20]	300x250	0,075	299	1,05	8,93	1.110,0	4,11	6,8	0,8	7,6	33,2

Ø eqv.: Diámetro del conducto circular equivalente;  
 Long.: Longitud de conducto recto;  
 Leqv.: Longitud equivalente de conducto recto debida a las transformaciones y codos;  
 Δ Ps.: Pérdida de presión en los accesorios y singularidades;  
 Δ Pf.: Pérdida de presión por fricción;  
 Δ P: Pérdida de presión total en el conducto;  
 Pt. final: Presión total al final del conducto.

## IMPULSIÓN SIAV 5

### DETALLE DEL CÁLCULO DE LAS UNIDADES TERMINALES

IMPULSIÓN Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. (m³/h)	Q real (m³/h)	Nivel s. (dBA)	S Ent. (m²)	V Sal. (m/s)	ΔPs (Pa)	ΔPb (Pa)	ΔPe (Pa)	ΔPc (Pa)	ΔPv (Pa)
Boca impulsion [5]	12"	600,0	600,5	26,3	0,073	4,50	2,6	15,3	0,0	0,1	42,7
Boca impulsion [9]	12"	500,0	499,7	21,9	0,073	3,75	8,8	10,6	0,6	0,4	42,6
Boca impulsion [11]	12"	500,0	499,7	21,9	0,073	3,75	8,8	10,6	0,6	0,4	42,6

Q Nom.: Caudal nominal;  
 Q real: Caudal real;  
 Nivel s.: Nivel sonoro;  
 S Ent.: Sección a la entrada;  
 V Sal.: Velocidad a la salida;  
 Δ Ps: Pérdida de presión en las transformaciones de conexión;  
 Δ Pb: Pérdida de presión en la boca;  
 Δ Pc: Pérdida de presión en el conducto de conexión;  
 Δ Pe.: Pérdida de presión provocada en la compuerta para el equilibrado del sistema;  
 Δ Pv: Presión total necesaria desde el ventilador.



## DETALLE DEL CÁLCULO DE LOS CONDUCTOS

IMPULSIÓN Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área (m²)	Ø eqv. (mm)	Long (m)	Leqv. (m)	Caudal (m³/h)	Velc. (m/s)	ΔPs. (Pa)	ΔPf. (Pa)	ΔPt (Pa)	Pt. final (Pa)
Conducto [1-2]	300x250	0,075	299	0,95	0,00	1.600,0	5,93	0,0	1,4	1,4	41,3
Conducto [2-3]	300x150	0,045	228	1,24	7,86	600,5	3,71	7,2	1,1	8,4	33,0
Conducto [3-4]	300x75	0,022	155	1,00	0,27	600,5	7,41	1,7	6,0	7,7	25,3
Conducto [4-5]	300x150	0,045	228	2,94	5,05	600,5	3,71	4,6	2,7	7,3	17,9
Conducto [2-6]	200x300	0,060	266	0,67	0,18	999,5	4,63	0,2	0,7	0,9	40,4
Conducto [6-7]	200x300	0,060	266	0,88	1,87	999,5	4,63	2,1	1,0	3,0	37,3
Conducto [7-8]	300x150	0,045	228	2,11	5,39	499,7	3,08	3,5	1,4	4,9	32,4
Conducto [8-9]	300x75	0,022	155	1,46	1,30	499,7	6,17	5,6	6,3	12,0	20,5
Conducto [7-10]	300x150	0,045	228	2,09	5,39	499,7	3,08	3,5	1,4	4,9	32,4
Conducto [10-11]	300x75	0,022	155	1,46	1,30	499,7	6,17	5,6	6,3	12,0	20,5

Ø eqv.: Diámetro del conducto circular equivalente;  
 Long.: Longitud de conducto recto;  
 Leqv.: Longitud equivalente de conducto recto debida a las transformaciones y codos;  
 Δ Ps.: Pérdida de presión en los accesorios y singularidades;  
 Δ Pf.: Pérdida de presión por fricción;  
 Δ P: Pérdida de presión total en el conducto;  
 Pt. final: Presión total al final del conducto.

## RETORNO SIAV 5

### DETALLE DEL CÁLCULO DE LAS UNIDADES TERMINALES

RETORNO Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. (m³/h)	Q real (m³/h)	Nivel s. (dBA)	S Ent. (m²)	V Sal. (m/s)	ΔPs (Pa)	ΔPb (Pa)	ΔPe (Pa)	ΔPc (Pa)	ΔPv (Pa)
Boca retorno [5]	300x150	430,0	430,0	31,9	0,045	4,25	2,9	23,4	0,0	0,1	35,5
Boca retorno [10]	300x150	315,0	315,0	23,3	0,045	3,11	1,6	12,5	9,2	0,1	35,5
Boca retorno [14]	300x150	315,0	315,0	23,3	0,045	3,11	1,6	12,5	15,7	0,1	35,5
Boca retorno [15]	400x200	540,0	540,0	19,4	0,080	2,59	3,7	8,1	10,8	0,1	35,5

Q Nom.: Caudal nominal;

Q real: Caudal real;

Nivel s.: Nivel sonoro;

S Ent.: Sección a la entrada;

V Sal.: Velocidad a la salida;

Δ Ps: Pérdida de presión en las transformaciones de conexión;

Δ Pb: Pérdida de presión en la boca;

Δ Pc: Pérdida de presión en el conducto de conexión;

Δ Pe.: Pérdida de presión provocada en la compuerta para el equilibrado del sistema;

Δ Pv: Presión total necesaria desde el ventilador.

## 2.1.2.- DETALLE DEL CÁLCULO DE LOS CONDUCTOS

RETORNO Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área (m²)	Deqv. (mm)	Long (m)	Leqv. (m)	Caudal (m³/h)	Velc. (m/s)	ΔPs. (Pa)	ΔPf. (Pa)	ΔPt. (Pa)	Pt. final (Pa)
Conducto [1-2]	300x250	0,075	299	0,93	0,00	1.600,0	5,93	0,0	1,4	1,4	34,2
Conducto [2-3]	300x200	0,060	266	1,23	-8,22	745,0	3,45	-5,3	0,8	-4,5	38,7
Conducto [3-4]	300x75	0,022	155	1,02	1,27	430,0	5,31	4,2	3,4	7,5	31,2
Conducto [4-5]	300x100	0,030	183	2,94	0,24	430,0	3,98	0,4	4,4	4,7	26,4
Conducto [3-6]	300x100	0,030	183	6,09	-3,28	315,0	2,92	-2,8	5,1	2,4	36,3
Conducto [6-7]	300x100	0,030	183	2,08	1,55	315,0	2,92	1,3	1,8	3,1	33,3
Conducto [7-8]	300x75	0,022	155	1,00	0,61	315,0	3,89	1,1	1,9	3,0	30,3
Conducto [8-9]	300x100	0,030	183	5,30	0,23	315,0	2,92	0,2	4,5	4,7	25,6
Conducto [9-10]	300x100	0,030	183	0,96	1,55	315,0	2,92	1,3	0,8	2,1	23,5
Conducto [2-11]	300x100	0,030	183	0,85	-7,41	315,0	2,92	-6,2	0,7	-5,5	39,7
Conducto [11-12]	300x75	0,022	155	1,00	0,61	315,0	3,89	1,1	1,9	3,0	36,7
Conducto [12-13]	300x100	0,030	183	5,30	0,23	315,0	2,92	0,2	4,5	4,7	32,0
Conducto [13-14]	300x100	0,030	183	0,93	1,55	315,0	2,92	1,3	0,8	2,1	29,9
Conducto [2-15]	200x200	0,040	218	1,00	11,25	540,0	3,75	10,5	0,9	11,5	22,7

Ø eqv.: Diámetro del conducto circular equivalente;  
 Long.: Longitud de conducto recto;  
 Leqv.: Longitud equivalente de conducto recto debida a las transformaciones y codos;  
 Δ Ps.: Pérdida de presión en los accesorios y singularidades;  
 Δ Pf.: Pérdida de presión por fricción;  
 Δ P: Pérdida de presión total en el conducto;  
 Pt. final: Presión total al final del conducto.

## IMPULSIÓN SIAV 6

### DETALLE DEL CÁLCULO DE LAS UNIDADES TERMINALES

IMPULSIÓN Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. (m³/h)	Q real (m³/h)	Nivel s. (dBA)	S Ent. (m²)	V Sal. (m/s)	ΔPs (Pa)	ΔPb (Pa)	ΔPe (Pa)	ΔPc (Pa)	ΔPv (Pa)
Boca impulsión [3]	12"	100,0	100,0	4,4	0,073	0,75	1,3	0,4	128,5	0,1	134,0
Boca impulsión [6]	TB - 250	575,0	575,0	34,1	0,049	3,19	1,4	74,2	31,0	0,1	134,0
Boca impulsión [11]	TB - 250	575,0	575,0	34,1	0,049	3,19	1,4	74,2	17,4	0,1	134,0
Boca impulsión [12]	TB - 250	575,0	575,0	34,1	0,049	3,19	1,4	74,2	0,0	0,1	134,0
Boca impulsión [13]	TB - 250	575,0	575,0	34,1	0,049	3,19	1,4	74,2	34,8	0,1	134,0

Q Nom.: Caudal nominal;  
 Q real: Caudal real;  
 Nivel s.: Nivel sonoro;  
 S Ent.: Sección a la entrada;  
 V Sal.: Velocidad a la salida;  
 Δ Ps: Pérdida de presión en las transformaciones de conexión;  
 Δ Pb: Pérdida de presión en la boca;  
 Δ Pc: Pérdida de presión en el conducto de conexión;  
 Δ Pe.: Pérdida de presión provocada en la compuerta para el equilibrado del sistema;  
 Δ Pv: Presión total necesaria desde el ventilador.

### DETALLE DEL CÁLCULO DE LOS CONDUCTOS

IMPULSIÓN Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área (m²)	Ø eqv. (mm)	Long (m)	Leqv. (m)	Caudal (m³/h)	Velc. (m/s)	ΔPs (Pa)	ΔPf. (Pa)	ΔPt (Pa)	Pt. final (Pa)
Conducto [1-2]	Ø 400	0,126	400	1,04	0,00	2.400,0	5,31	0,0	0,8	0,8	133,2
Conducto [2-3]	Ø 125	0,012	125	2,49	1,78	100,0	2,26	1,2	1,6	2,8	130,4
Conducto [2-4]	Ø 400	0,126	400	10,00	3,92	2.300,0	5,08	2,7	7,0	9,7	129,5
Conducto [4-5]	Ø 400	0,126	400	1,51	3,35	2.300,0	5,08	2,3	1,1	3,4	126,1
Conducto [5-6]	Ø 250	0,049	250	0,45	35,09	575,0	3,25	19,3	0,2	19,5	106,6
Conducto [5-7]	Ø 400	0,126	400	6,00	1,13	1.725,0	3,81	0,5	2,5	2,9	123,1
Conducto [7-8]	Ø 250	0,049	250	4,60	0,86	1.150,0	6,51	1,7	8,9	10,6	112,5
Conducto [8-9]	Ø 250	0,049	250	4,60	1,97	1.150,0	6,51	3,8	8,9	12,7	99,8
Conducto [9-10]	Ø 250	0,049	250	6,00	4,18	575,0	3,25	2,3	3,3	5,6	94,2
Conducto [10-11]	Ø 250	0,049	250	0,45	1,74	575,0	3,25	1,0	0,2	1,2	93,0
Conducto [9-12]	Ø 250	0,049	250	0,45	43,68	575,0	3,25	24,0	0,2	24,2	75,6
Conducto [7-13]	Ø 250	0,049	250	0,45	22,70	575,0	3,25	12,5	0,2	12,7	110,4

Ø eqv.: Diámetro del conducto circular equivalente;  
 Long.: Longitud de conducto recto;  
 Leqv.: Longitud equivalente de conducto recto debida a las transformaciones y codos;  
 Δ Ps.: Pérdida de presión en los accesorios y singularidades;  
 Δ Pf.: Pérdida de presión por fricción;  
 Δ P: Pérdida de presión total en el conducto;

Pt. final:            Presión total al final del conducto.

## RETORNO SIAV 6

### DETALLE DEL CÁLCULO DE LAS UNIDADES TERMINALES

RETORNO Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. (m³/h)	Q real (m³/h)	Nivel s. (dBA)	S Ent. (m²)	V Sal. (m/s)	ΔPs (Pa)	ΔPb (Pa)	ΔPe (Pa)	ΔPc (Pa)	ΔPv (Pa)
Boca retorno [3]	400x200	715,0	715,0	25,7	0,080	3,43	3,4	14,3	107,9	0,1	123,5
Boca retorno [9]	300x150	400,0	400,0	29,6	0,045	3,95	0,8	20,2	20,8	0,0	123,5
Boca retorno [12]	300x150	400,0	400,0	29,6	0,045	3,95	0,8	20,2	3,5	0,0	123,5
Boca retorno [14]	300x150	400,0	400,0	29,6	0,045	3,95	0,8	20,2	0,0	0,0	123,5
Boca retorno [15]	300x150	400,0	400,0	29,6	0,045	3,95	0,8	20,2	25,5	0,0	123,5
Boca retorno [16]	300x150	85,0	85,0	9,8	0,030	1,31	0,3	2,2	92,8	0,0	123,5

Q Nom.: Caudal nominal;  
 Q real: Caudal real;  
 Nivel s.: Nivel sonoro;  
 S Ent.: Sección a la entrada;  
 V Sal.: Velocidad a la salida;  
 Δ Ps: Pérdida de presión en las transformaciones de conexión;  
 Δ Pb: Pérdida de presión en la boca;  
 Δ Pc: Pérdida de presión en el conducto de conexión;  
 Δ Pe.: Pérdida de presión provocada en la compuerta para el equilibrado del sistema;  
 Δ Pv: Presión total necesaria desde el ventilador.

## DETALLE DEL CÁLCULO DE LOS CONDUCTOS

RETORNO Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área (m²)	Deqv. (mm)	Long (m)	Leqv. (m)	Caudal (m³/h)	Velc. (m/s)	Δ Ps. (Pa)	Δ Pf. (Pa)	Δ Pt. (Pa)	Pt. final (Pa)
Conducto [1-2]	ø 400	0,126	400	1,43	0,00	2.400,0	5,31	0,0	1,1	1,1	133,6
Conducto [2-3]	ø 250	0,049	250	1,82	-4,93	715,0	4,05	-4,0	1,5	-2,5	125,7
Conducto [2-4]	ø 400	0,126	400	1,52	80,72	1.685,0	3,72	31,9	0,6	32,5	90,6
Conducto [4-5]	ø 400	0,126	400	2,13	106,74	1.600,0	3,54	38,4	0,8	39,2	81,6
Conducto [5-6]	ø 400	0,126	400	2,50	0,00	1.600,0	3,54	0,0	0,9	0,9	50,6
Conducto [6-7]	ø 400	0,126	400	2,58	3,14	1.600,0	3,54	1,1	0,9	2,1	48,5
Conducto [7-8]	ø 400	0,126	400	6,00	11,48	1.200,0	2,65	2,4	1,3	3,7	44,8
Conducto [8-9]	ø 250	0,049	250	0,45	10,13	400,0	2,26	2,9	0,1	3,0	41,8
Conducto [8-10]	ø 250	0,049	250	4,60	3,88	800,0	4,53	3,9	4,6	8,5	36,3
Conducto [10-11]	ø 250	0,049	250	4,60	1,85	800,0	4,53	1,9	4,6	6,5	29,8
Conducto [11-12]	ø 250	0,049	250	0,45	18,28	400,0	2,26	5,2	0,1	5,3	24,5
Conducto [11-13]	ø 250	0,049	250	6,00	23,07	400,0	2,26	6,5	1,7	8,2	21,6
Conducto [13-14]	ø 250	0,049	250	0,45	1,63	400,0	2,26	0,5	0,1	0,6	21,0
Conducto [7-15]	ø 250	0,049	250	0,45	6,51	400,0	2,26	1,8	0,1	2,0	46,5
Conducto [4-16]	ø 160	0,020	160	0,94	-32,73	85,0	1,17	-4,8	0,1	-4,7	95,3

Ø eqv.: Diámetro del conducto circular equivalente;  
 Long.: Longitud de conducto recto;  
 Leqv.: Longitud equivalente de conducto recto debida a las transformaciones y codos;  
 Δ Ps.: Pérdida de presión en los accesorios y singularidades;  
 Δ Pf.: Pérdida de presión por fricción;  
 Δ P: Pérdida de presión total en el conducto;  
 Pt. final: Presión total al final del conducto.

### 9.8.- Instalación de extracción de núcleos húmedos.

Se dispondrá de una instalación de aire de aire forzado en los aseos. Esta instalación tiene una doble funcionalidad, por un lado se utiliza para extraer el aire viciado de los aseos y para regular la sobrepresión generada en el edificio como consecuencia de la entrada de aire exterior.

Para el dimensionado de los equipos se ha considerado que se extraen mínimo 54 m<sup>3</sup>/h de aire por cada uno de los inodoros, para cumplir de esa manera con el CTE. Las bocas de extracción son de 100 mm de diámetro.

Se dispondrá de una instalación de aire de aire forzado en los aseos. Esta instalación tiene una doble funcionalidad, por un lado se utiliza para extraer el aire viciado de los aseos y para regular la sobrepresión generada en el edificio como consecuencia de la entrada de aire exterior.

A continuación se adjuntan los cálculos:

#### GIMNASIO

Vestuario masculino: 5 bocas de extracción

Vestuario Femenino: 5 bocas de extracción

Vestuario Profesor: 1 boca de extracción.

Se ha colocado un extractor de tejado para los aseos.

Extractor Tejado 800 m<sup>3</sup>/h.

### 1.2.- Extractor Aseos

#### CARACTERÍSTICAS DEL VENTILADOR NECESARIAS

Caudal de aspiración y descarga: 594,0 m<sup>3</sup>/h.

Presión estática necesaria: 39.9 Pa.

Presión total necesaria: 80.4 Pa.

Temperatura del aire en los conductos: 20,0 °C.

Velocidad de descarga: 8.21 m/s.

#### DIMENSIONES SELECCIONADAS

##### Conductos de Extracción

La red de conductos de retorno consta de 15 conductos y 11 bocas de distribución. Los resultados detallados tramo a tramo se exponen en los anejos



de cálculo incluidos en esta memoria. A continuación se detallan los resultados más importantes:

Caudal de retorno 594 m<sup>3</sup>/h.

Pérdida de carga en el conducto principal 5,1 Pa/m.

La mayor pérdida de carga se produce en la boca Boca retorno [16] y alcanza el valor 36,8 Pa.

La menor pérdida de carga se produce en la boca Boca retorno [4] y alcanza el valor 36,8 Pa.

La máxima velocidad se alcanza en el conducto Conducto [1-2] y tiene el valor 8,206 m/s.

La mínima velocidad se alcanza en el conducto Conducto [15-16] y tiene el valor 1,908 m/s.

## **CÁLCULO DE LAS REDES DE CONDUCTOS**

### **DETALLE DEL CÁLCULO DE LAS BOCAS DE EXTRACCIÓN**

RETORNO Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. (m <sup>3</sup> /h)	Q real (m <sup>3</sup> /h)	Nivel s. (dBA)	S Ent. (m <sup>2</sup> )	V Sal. (m/s)	ΔPs (Pa)	ΔPb (Pa)	ΔPe (Pa)	ΔPc (Pa)	ΔPv (Pa)
Boca retorno [4]	100	54,0	54,0	6,2	0,030	0,83	-8,5	0,9	43,6	0,0	80,4
Boca retorno [5]	100	54,0	54,0	6,2	0,030	0,83	-3,5	0,9	35,0	0,0	80,4
Boca retorno [7]	100	54,0	54,0	6,2	0,030	0,83	2,0	0,9	21,4	0,0	80,4
Boca retorno [8]	100	54,0	54,0	6,2	0,030	0,83	1,8	0,9	20,0	0,1	80,4
Boca retorno [6]	100	54,0	54,0	6,2	0,030	0,83	-0,4	0,9	29,6	0,0	80,4
Boca retorno [10]	100	54,0	54,0	6,2	0,030	0,83	1,8	0,9	42,7	0,1	80,4
Boca retorno [13]	100	54,0	54,0	6,2	0,030	0,83	-3,5	0,9	15,0	0,0	80,4
Boca retorno [16]	100	54,0	53,9	6,2	0,030	0,83	1,8	0,9	0,0	0,1	80,4
Boca retorno [15]	100	54,0	54,0	6,2	0,030	0,83	2,0	0,9	1,5	0,0	80,4
Boca retorno [14]	100	54,0	54,0	6,2	0,030	0,83	-0,4	0,9	9,6	0,0	80,4
Boca retorno [12]	100	54,0	54,0	6,2	0,030	0,83	-8,5	0,9	23,6	0,0	80,4

Q Nom.: Caudal nominal;  
 Q real: Caudal real;  
 Nivel s.: Nivel sonoro;  
 S Ent.: Sección a la entrada;  
 V Sal.: Velocidad a la salida;  
 Δ Ps: Pérdida de presión en las transformaciones de conexión;  
 Δ Pb: Pérdida de presión en la boca;  
 Δ Pc: Pérdida de presión en el conducto de conexión;

$\Delta P_e$ : Pérdida de presión provocada en la compuerta para el equilibrado del sistema;  
 $\Delta P_v$ : Presión total necesaria desde el ventilador.

## DETALLE DEL CÁLCULO DE LOS CONDUCTOS

RETORNO Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área (m²)	Deqv. (mm)	Long (m)	Leqv. (m)	Caudal (m³/h)	Velc. (m/s)	$\Delta P_s$ (Pa)	$\Delta P_f$ (Pa)	$\Delta P_t$ (Pa)	Pt. final (Pa)
Conducto [1-2]	Ø 160	0,020	160	0,87	0,00	594,0	8,21	0,0	4,5	4,5	75,9
Conducto [2-3]	Ø 125	0,012	125	2,92	3,97	270,0	6,11	16,1	11,8	27,9	48,1
Conducto [3-4]	Ø 125	0,012	125	2,15	0,83	270,0	6,11	3,4	8,7	12,1	36,0
Conducto [4-5]	Ø 125	0,012	125	1,35	0,00	216,0	4,89	0,0	3,6	3,6	32,3
Conducto [5-6]	Ø 125	0,012	125	0,93	0,45	162,0	3,67	0,7	1,5	2,2	30,1
Conducto [6-7]	Ø 100	0,008	100	0,97	1,59	108,0	3,82	3,6	2,2	5,8	24,4
Conducto [7-8]	Ø 100	0,008	100	1,00	1,51	54,0	1,91	1,0	0,6	1,6	22,8
Conducto [2-9]	Ø 125	0,012	125	1,28	5,20	324,0	7,33	29,3	7,2	36,6	39,4
Conducto [9-10]	Ø 100	0,008	100	3,97	-13,47	54,0	1,91	-8,6	2,5	-6,1	45,5
Conducto [9-11]	Ø 125	0,012	125	0,92	1,87	270,0	6,11	7,6	3,7	11,3	28,1
Conducto [11-12]	Ø 125	0,012	125	2,15	0,83	270,0	6,11	3,4	8,7	12,1	16,0
Conducto [12-13]	Ø 125	0,012	125	1,35	0,00	216,0	4,89	0,0	3,6	3,6	12,4
Conducto [13-14]	Ø 125	0,012	125	0,93	0,45	162,0	3,67	0,7	1,5	2,2	10,2
Conducto [14-15]	Ø 100	0,008	100	0,97	1,59	108,0	3,82	3,6	2,2	5,8	4,4
Conducto [15-16]	Ø 100	0,008	100	1,00	1,51	53,9	1,91	1,0	0,6	1,6	2,8

Ø eqv.: Diámetro del conducto circular equivalente;  
Long.: Longitud de conducto recto;  
Leqv.: Longitud equivalente de conducto recto debida a las transformaciones y codos;  
 $\Delta P_s$ : Pérdida de presión en los accesorios y singularidades;  
 $\Delta P_f$ : Pérdida de presión por fricción;  
 $\Delta P_t$ : Pérdida de presión total en el conducto;  
Pt. final: Presión total al final del conducto.

## 10.- INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 10.1.- Generalidades.

Para la protección contra incendios del gimnasio se ha previsto la instalación de un sistema de extinción formado por extintores portátiles dispuestos según se representa en los planos.

La normativa de aplicación será el Código Técnico de la Edificación (CTE DB-SI), así como el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RII), teniendo en cuenta las características propias del uso, siendo éste Docente.

## **10.2.- Sistema de extinción de incendios.**

### **10.2.1. Extintores portátiles.**

Para la extinción de incendios se dispondrá de extintores móviles situados según se indica en los planos y que serán de polvo polivalente para todas las dependencias.

La distancia máxima entre todo origen de evacuación hasta un extintor no será superior a 15 m.

Los extintores se colocarán soportados en la pared por medio del elemento adecuado, de forma que la altura del punto superior del extintor no sea superior a 1,7m.

La situación de todos estos aparatos estará convenientemente señalizada con carteles normalizados de extintor.

## **10.3.- Sistema de señalización.**

Todos los elementos que forman los sistemas de incendio estarán señalizados de acuerdo con lo indicado en el CTE DB-SI y de acuerdo con las correspondientes normas UNE.

### **10.3.1. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios.**

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores y pulsadores) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea función de la distancia de observación:

- 210x210mm. cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10m.
- 420x420mm. cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20m.
- 594x594mm. cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30m.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean foto-luminiscentes, sus características de emisión luminosa deben cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:1999.

### **10.3.2. Señalización de los medios de evacuación.**

Se utilizarán las señales de salida, de uso habitual o de emergencia, definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA".

Deben disponerse señales indicativas de dirección de recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas, así como en los puntos de recorridos de evacuación en los que existan alternativas

que puedan inducir a error. En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salidas y puedan inducir a error en la evacuación, debe disponerse una señal con el rótulo "SIN SALIDA".

El tamaño de las señales será:

- 210x210mm. cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10m.
- 420x420mm. cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20m.
- 594x594mm. cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30m.

Además se dispondrá de un plano de toda la instalación, con indicación de las salidas.

En los planos correspondientes a alumbrado se encuentra la situación de los bloques autónomos de iluminación de emergencia, a los cuales se les añadirá un adhesivo en color verde con la indicación de "SALIDA" o "SALIDA DE EMERGENCIA".

En Madrid, julio de 2017.

El Arquitecto,

Luis A. Molinero Rodríguez.  
Colegiado 9031.